
الزلازل
وتوابعها
مخاطرها تاريخها التنبؤ بها مواجهتها
الأستاذ الدكتور
محمد الشرقاوى
مركز الأهرام
للترجمة والنشر
الأهرام
Bibliotheca Alexandrina
0167868



وتوابعها

أسبابها مظاهرها تاريخها التنبؤ بها مواجهتها

الأستاذ الدكتور
محمد الشرقاوي

الطبعـــة الأولـــى
١٤١٣ هـ - ١٩٩٢ م

الناشر : مركز الأهرام للترجمة والنشر
مؤسسة الأهرام - شارع الجلاء القاهرة
تليفون : ٥٧٤٧٠٨٣ - تلكس ٩٢٠٠٢ يوان

تصميم الغلاف
فــرج حســن

المحتــويات

الصفحة

مقدمـــة

فى تمام الساعة الثالثة وتسعة دقائق من عصر يوم الاثنين الموافق الثانى عشر من أكتوبر عام ١٩٩٢ ، إهتزت القاهرة والمحافظات المجاورة ، نتيجة لهزة أرضية بلغ مقدارها ٥,٦ بمقياس ريختر أصابت المواطنين بذعر شديد ، حيث لم يكن أحد على الاطلاق يتوقع حدوث زلزال بالقاهرة بهذه الشدة . ونتيجة للاهتزازات الشديدة الناجمة عن ذلك الزلزال تداعت الأبنية الآيلة للسقوط ، وتهدمت بعض المنازل التى لم تراع فيها المواصفات الفنية الواجب اتباعها . ونتج عن هذا الزلزال أيضا وفاة حوالى ٥٦٠ مواطنا ، كانت نسبة كبيرة منهم من الأطفال وأصابة الآلاف ، وأصبح البعض يعانون من أمراض نفسية وعصبية تستدعى بعض الوقت لاتمام الشفاء .

وفى تاريخ مصر مايشير الى تعرضها لزلازل ، ولكن على فترات متباعدة . ولا يتذكر أحد من الجيل المعاصر حدوث زلزال بهذه الشدة ولم يذكره أى منهم لأولاده ، وهذا ما جعل الجميع غير مؤهلين لإمكانية حدوث زلزال فى وقت ما .

إن زلزال القاهرة أثر بشكل مباشر أو غير مباشر على تصرفات المواطنين ، ولا بد من أن نستفيد من هذا الدرس بتنمية الوعى لدى

المواطنين بطبيعة الأرض التى يعيشون عليها وكيفية التصرف تجاه الزلازل ، حتى لا يتكرر ما حدث فى الزلزال الأخير . إن ترسيخ الاعتقاد بأن مصر بعيدة كل البعد عن الاصابة بالكوارث الطبيعية لا يفيد ، بل على العكس من ذلك .

وما الزلزال إلا إحدى هذه الكوارث . ورغم اننا كنا من قبل نعانى من كوارث الفيضان كل عام منذ القدم ، إلا اننا لم نستفد من ذلك كثيرا ، وكان العزاء الوحيد هو أن الفيضان يحمل معه الخير للتربة وسيعود بالنفع من خلال الحصول على محاصيل وفيرة فى العام التانى للفيضان . والحق أن كارثة الزلزال أمر مختلف تماما ، فإن مثل هذه الكارثة لا تحمل معها الخير ، بل انطبع فى ذهن الجميع رعب من تكرار حدوث زلازل أخرى فى المستقبل ، ربما غدا أو بعد غد أو الشهر القادم أو حتى السنة القادمة . ولذا فإن علينا التزاما بأن نبين للقارىء الخلفية العلمية للزلازل وأسباب حدوثها وطرق تسجيلها ، والتصرف الأمثل عند حدوث زلزال وبعد حدوثه . كما نتطرق الى الدراسات التى تجرى حاليا للتوصل الى طرق علمية تفيد فى التنبؤ بالزلزال قبل حدوثه .

عزيزى القارىء بين يديك كتاب صغير مبسط به معلومات عن الزلازل ، وكذلك معلومات حديثة عن زلزال يوم الاثنين الثانى عشر من أكتوبر ١٩٩٢ الذى اهتزت له القاهرة كلها ، آملا أن يجد عندك القبول وأن أكون قد وفقت فى نقل الصورة العلمية بطريقة أمينة ومبسطة . لقد استعنت بمراجع مذكورة فى نهاية الكتاب واستفدت كثيرا من المناقشات مع الزملاء منذ حدوث الزلزال حتى الآن .

القاهرة فى ٨ / ١١ / ١٩٩٢ **المؤلف**

الفصل الأول

الزلازل:
أسبابها وأنواعها وقياسها

ما الزلزال ؟

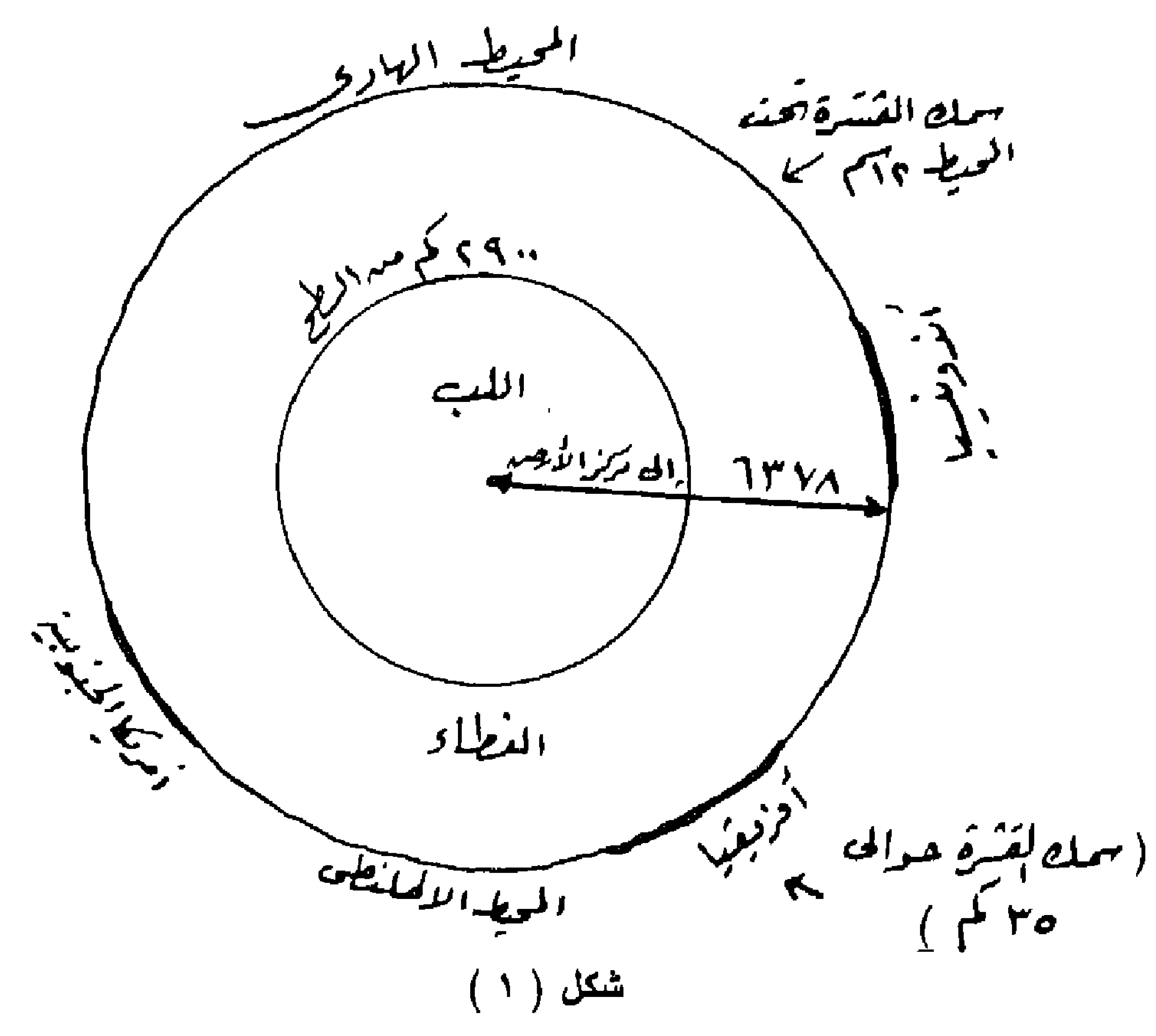
عندما تقوم بالتجول فى أنحاء مصر القديمة بآثارها القبطية والاسلامية وتقوم بزيارة المواقع الأثرية الفرعونية ، والرومانية ، والأغريقية بالقاهرة أو الدلتا أو مصر العليا تشاهد آثار دمار ، وعادة ما تجد الآثار الفرعونية هى الأكثر دمارا . واذا صاحبك دليل آثار أو ترجمان فى رحلتك فإنه ينسب الدمار ، الى حدوث زلزال فى وقت ما ، تهدمت من جرائه بعض اجزاء من الأثر . ولكن السؤال الذى لابد أن يثور فى كل الأحوال هو : متى حدثت هذه الهزة الأرضية ؟ وأين كان مصدرها ؟ وماذا عن شدتها أو مقدارها ؟

إن مصر الحضارة التى دون فيها كل شىء يتعلق بالحياة ، دونت كذلك فى سجلها الفرعونى والرومانى والأغريقى والقبطى والاسلامى الكوارث التى تعرضت لها وخصوصا الزلازل . فقد وصفها المؤرخون وصفا دقيقا أثناء حدوثها والنتائج المترتبة عليها . ومع أن مصر لم تتعرض الى زلازل مدمرة مثلما يحدث فى بقاع أخرى فى العالم ، فإنها ليست بعيدة عن النشاط الزلزالى .

وقبل الخوض فى تعريف الزلزال يجب أن نعرف أن كل القارات ومنها قارة أفريقيا التى نعيش عليها لا تمثل وحدها الارض ، بل هى قشور تطفو على سطح الأرض ، وهى تشكل ، بالاضافة الى المحيطات ، القشرة الأرضية التى لا يزيد سمكها عن ٣٥ كيلومترا تحت القارات . ويقل سمكها تحت قيعان المحيطات بحيث يصل الى حوالى ١٢ كيلومترا . وإذا عرفنا أن نصف قطر

الكرة الأرضية مقيسا من عند خط الاستواء حتى مركز الأرض يبلغ ٦٣٧٨ كيلومترا ، أى أن القشرة الأرضية للقارات تبعد عن مركز الأرض بحوالى ٦٣٥٠ كيلومتر (انظر شكل ١) .

الغرض من هذه المعلومات هو أن نتبين أن ما يحدث على سطح الأرض ليس له أى علاقة من قريب أو بعيد بجوف الأرض الذى يعرف باسم **اللب** ، ويتبع اللب الى الخارج الغطاء ثم القشرة التى تواجه السطح . وهذه القشرة تتعرض لعوامل التجوية والتعرية من رياح وأمطار وفيضانات وزلازل . إن



شكل (١)

▫ قطاع مواز لخط الاستواء خلال الأرض يوضح مكونات الأرض من قشرة (قارية ومحيطية) ، غطاء ولب .

القشرة التى نعيش عليها عبارة عن الصدأ الذى ينتج عن العوامل الخارجية بفعل المياه والاكسجين ، ولا توجد مثل هذه القشرة على سطح القمر ولا على سطح الكواكب الأخرى ، نظرا لعدم وجود الغلاف الجوى المشبع ببخار الماء والاكسجين الضرورى للحياة . لذلك فإن الأرض تتميز عن كل الكواكب الأخرى بوجود القشرة التى نعيش عليها ونقتات منها .

والقشرة الصخرية المكونة للقارات وقيعان المحيطات دائمة الحركة وليست ثابتة فى مواقعها ، أى أن الأرض بها حركة ديناميكية وليست ساكنة كما يتراءى للعيان . وعبر التاريخ الجيولوجى للأرض نعلم أن القارات غيرت مواقعها أكثر من مرة ، وتباعدت عن بعضها أو اقتربت وارتطم بعضها ببعض ، ومن ذلك ندرك أن داخل الأرض طاقة ، يمكنها أن تحرك القارات . وهذه الطاقة تكمن أسفل القشرة أو النطاق الصخرى .

ومادامت الأرض دائمة الحركة ، فإننا نتوقع أن تكون الحركة فى كل مكان . والأرض ليست ساكنة كما يتوقع البعض ، ولكن حركتها لا يراها الانسان . فالجبال تتحرك من مواقعها وليست لها جذور عميقة تضرب فى جوف الأرض ، ولكن جذورها تقع فى نطاق القشرة الأرضية فقط . ومادامت القشرة الأرضية تتحرك فإن الجبال التى تشكل جزءا منها تتحرك معها . إن مقدار هذا التحرك يقاس بسنتيمترات قليلة وفى اتجاه معين . فإذا ما حدث تغير لتحرك القشرة بقدر أكبر مما هو معتاد ، فإن السرعة تزداد وبالتالى يحدث ارتطام للصخور مولدا زلزالا قويا قد يكون مدمرا .

ويحدث نفس الشىء لو تغير اتجاه الحركة ، فعلى سبيل المثال ، فانه إذا تحركت قارة افريقيا فى اتجاه الشمال الشرقى أو الشمال الغربى بدلا من تحركها الى جهة الشمال مثلما يحدث حاليا ، فإن ذلك يعرض مواقع جديدة الى ضغوط جديدة تكون مصدرا لزلازل فى المستقبل . ان مثل هذه الزلازل

لها تأثير واسع النطاق ، مثل تأثيرها على جبال **زاجروس** فى ايران ، **وجبال جنوب أوروبا وجبال الهيمالايا بالهند** .

وهناك وضع آخر تنتج عنه الزلازل ، وهو تحرك الصخور على سطح فالق بحيث تنزاح الصخور جانبا بعيدا عن صخور أخرى . وهذه الحركة مستمرة مثلما يحدث فى صدع **سان اندرياس** بغرب الولايات المتحدة الأمريكية ، حيث تنزاح الصخور الى الغرب من الفالق بعيدا عن الصخور المجاورة فى اتجاه افقى ، وتتحرك هذه الصخور الى الشمال صوب آلاسكا التى يتوقع أن تصل اليها بعد عدة ملايين من السنين . إن هذه الحركة دائمة وتنتج عنها زلازل لا يشعر بها الانسان .

ويحدث عادة أن يتزايد معدل التباعد على سطح الفالق ، محدثا زلازل قوية مؤثرة ولها آثار تدميرية على مدن فى كاليفورنيا ولوس انجلوس وسان فرانسيسكو .

كما أن هناك نوعا آخر من الزلازل ، ينتج من تحرك صخور إلى أسفل على سطح فالق بعيدا عن الصخور التى كانت تجاورها . وبالتالى تبدأ الصخور القابعة فوق الصخور التى هبطت فى إعادة ترتيب موقعها محدثة مجموعة من الزلازل (التوابع) ، التى تلى حدوث الهزة الرئيسية التى حدثت من جراء الهبوط المفاجىء لبعض الصخور وانزلاقها على سطح فالق إلى أسفل .

وزلزال دهشور الذى حدث بمصر فى ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ ، هو من هذه النوعية من مسببات الزلازل . إن الزلزال ينتج من انطلاق طاقة كامنة فى الصخور تراكمت عليها إلى حد لا يمكنها معه قبول تراكم جديد للطاقة ، وبالتالى تنطلق الطاقة على شكل حركة للصخور على النحو الذى سبق ذكره.
وعند مركز انطلاق الطاقة تهتز الصخور الموجودة عند هذا المركز وتنتقل

هذه الاهتزازات على شكل ثلاثة أنواع من الموجات . وعندما تصل الى السطح يشعر بها الانسان أو لا يشعر حسب مقدار هذه الموجات . فان كانت سريعة جدا وقوية كان الزلزال مدمرا ، وإن كانت قد استنفدت نظرا لبعد مركز الزلزال ، فان الانسان قد لا يشعر بها .

ومن الممكن أن نشبه الزلزال والقوة الناشئة عنه ، بحالك عندما تمسك بعصا وتكسرها بسرعة ، فإنك تستشعر مدى القوة التى استخدمت لكسر هذه العصا . إن انكسارها يتشابه مع إنزلاق الصخور الذى يحدث الزلزال . وتتولد عن انطلاق الطاقة المفاجئة ، موجات صدامية ، وهى عبارة عن اهتزازات تنتقل عبر الصخور داخل الأرض وحول مصدر الزلزال . والزلازل المؤثرة هى التى تشعر الناس جميعا بأن شيئا غير عادى يحدث . ويكون هذا الشعور واضحا إن كان الشخص داخل منزل وخصوصا من يقيمون فى الأدوار المرتفعة ، حيث تسرع الاهتزازات من ذبذبتها .

إن الزلازل تحدث بصورة يومية ، ولكن معظمها لا نشعر به ، وتعتبر زلازل غير محسوسة ولا يتعرف عليها إلا بواسطة أجهزة شديدة الحساسية يمكنها التقاط هذه الهزات التى لا يشعر بها الانسان .

□ □ □

أسباب حدوث الزلزال

أعتقد القدماء أن الأرض ساكنة بينما يدور حولها باقى الأجرام السماوية . واعتقد البعض أن هناك انواعا من الحيوانات تحمل الأرض على كاهلها وتبقيها فى موقعها . ولكن عندما يطعن الحيوان فى السن ويضعف تبعا لذلك فإنه لا يقوى على حمل الأرض ويتحرك من مكانه ، ومن ثم تهتز الأرض . وقد صورت هذه الحيوانات على شكل صور متباينة ، فهى جاموسة فى جزيرة بالى وبلغاريا وسلحفاه فى كندا وكابوريا (السرطان) فى ايران وضفدع فى منغوليا وعنكبوت فى اليابان . وقد اعتقد فيثاغورث أن الموتى يتشاجرون تحت الأرض مما يتسبب فى الزلازل .

ويرجع أول تفسير « علمى » لحدوث الزلزال الى ارسطو ، الذى تخيل كتلا هوائية تحت الأرض تبحث لها عن متنفس بباطن الأرض . واستمرت هذه الفكرة حتى القرن الثامن عشر . واعتقد المسيحيون واليهود ، بأن سبب الزلزال هو عقاب من السماء . وقد أخبر أحد القساوسة عام ١٧٥٠ م المصلين بأن الزلازل التى تحدث موجهة الى الخطاه !.

أما العلامة ابن سينا فإلى جانب ما كتبه فى الطب والصيدلة وفروع المعرفة الأخرى ، فقد عرف الزلزلة « بأنها حركة تعرض لجزء من اجزاء الأرض بسبب ما تحته ، ولا محالة أن ذلك السبب يعرض له أن يتحرك ثم يحرك ما فوقه ، والجسم الذى يمكن أن يتحرك تحت الأرض ويحرك الأرض إما **بخارى دخانى** قوى الاندفاع كالرياح وإما **جسم مائى سيال** واما **جسم**

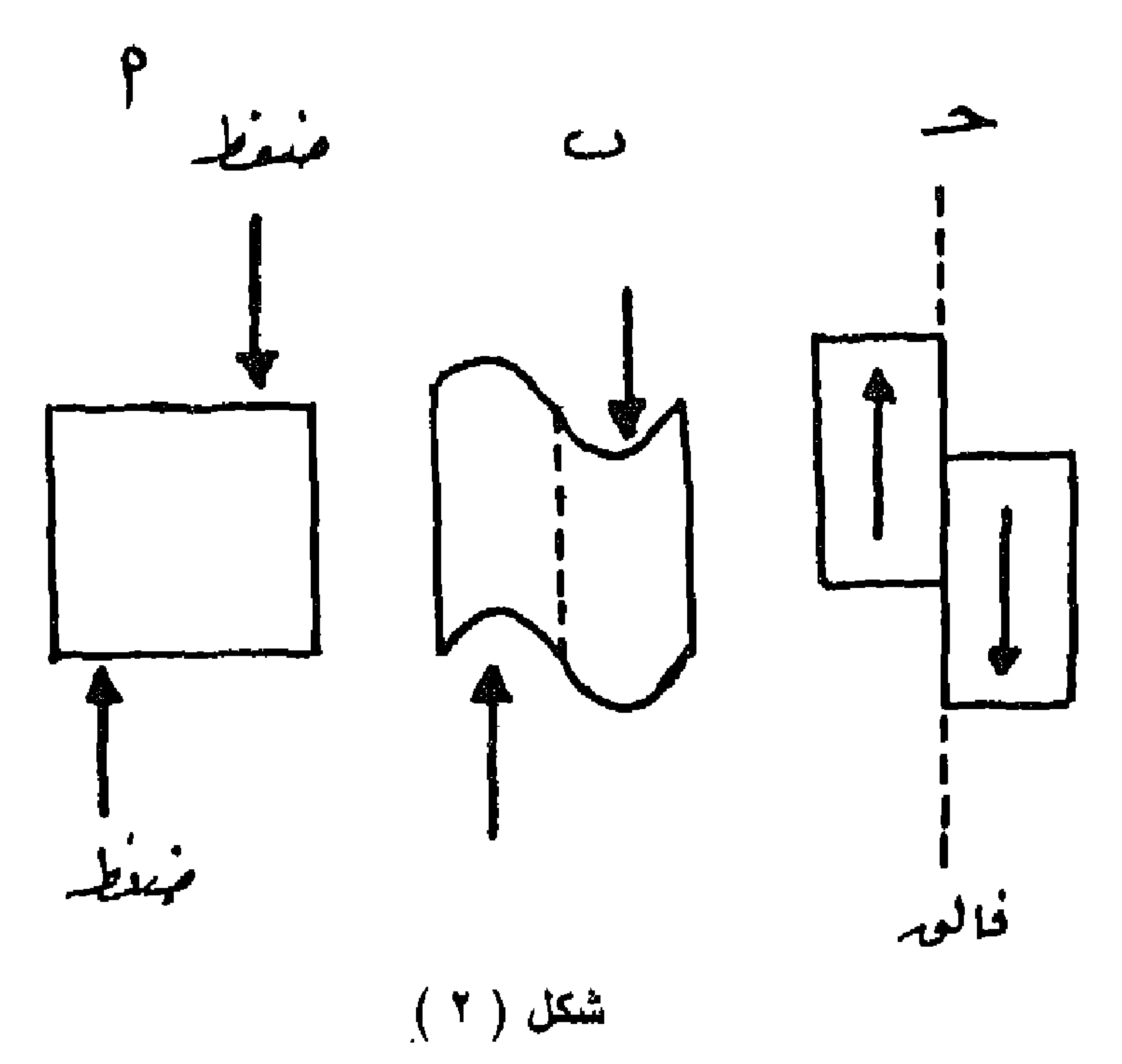
هوائى واما **جسم نارى** واما **جسم أرضى** » . وذكر ابن سينا أن من أكثر أسباب الزلزلة هى (الرياح المحتقنة) ، وهو بهذا يعبر عن الطاقة . وأضاف ابن سينا أن البلاد التى تكثر فيها الزلازل إذا حفرت فيها آبار كثيرة للتخلص من « الرياح الملقحة والابخرة » ، فإن الزلازل تقل بها . هذا الكلام ذكره ابن سينا منذ ما يقرب من الف عام وهو دليل على اهتمام علماء العرب بالظواهر الطبيعية .

وسيتضح للقارىء أن الدراسات الحديثة التى تجرى فى المعاهد ومراكز ، البحوث للوقاية من أخطار الزلازل ، تطبق ما أوصى به ابن سينا منذ مئات السنين .

الأفكار الحديثة

عندما بدأ علم الجيولوجيا الحديث يتبلور من جراء الدراسات الحقلية فى جميع انحاء العالم ، ارتبط فى أذهان الناس أن الزلازل تحدث مع تكون فوالق وانبثاق براكينى . وقد وضعت نظرية **الارتداد المرن** لشرح انطلاق الطاقة اثناء تكون الصدوع (شكل ٢) . ونجد فى هذه النظرية أن السبب المباشر للزلزال ، هو التراكم والاختزان المستمر للطاقة على طول خط ضعف فى القشرة الأرضية . وعندما تزيد الضغوط الى حد يصعب على الصخور مقاومته ، فانها تنكسر على طول الصدع الى جزئين يستعيد كل منهما الشكل الأصلى له بواسطة الارتداد المرن ، وتنطلق طاقة على شكل موجات زلزالية ، وهزات .

ولكن قد تحدث زلازل فى أماكن لا توجد بها صدوع أو فوالق ظاهرة على السطح . أى أن وجود الفوالق ظاهرة على السطح ليس شرطا رئيسًا لتوقع حدوث زلازل . ولقد سميت الزلازل غير المرتبطة بفوالق سطحية باسم **الهزات الأرضية الخفية** .



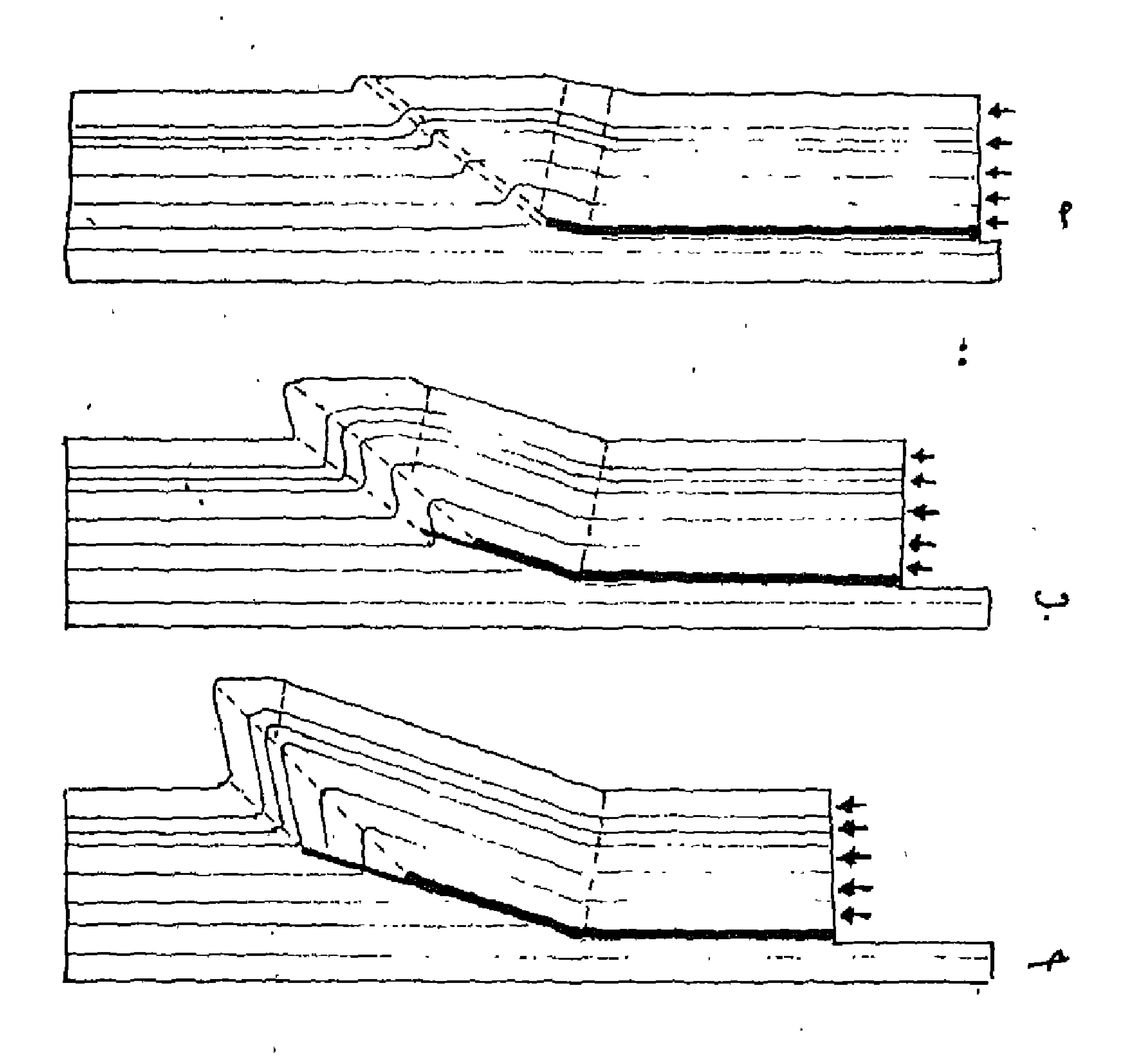
شكل (٢)

رسم توضيحى يبين السبب المباشر لحدوث زلزال .

(أ) قطعة من الصخر وضعت تحت ضغط من جهتين متضادتين .
(ب) فى البداية ينثنى الصخر .
(جـ) عند حد معين ينكسر الصخر إلى جزئين مع إمتداد الفالق ثم يرتد كل جزء مستعيدا شكله الأصلى ، ولكن فى وضع جديد . ان الارتداد هو المسبب لحدوث الزلزال .

ويحدث هذا النوع من الزلازل عندما تطوى الصخور بفعل ضغط معاكس ، ربما ينتج عن تحرك القارات (الألواح) تجاه بعضها وتصطدم . وتُشبِه هذه الطيات تجعدات السجاد عند دفعة على الأرض . ومعظم هذه الطيات النشطة ، يصاحبها حدوث العديد من الهزات الأرضية الضعيفة على فوالق خفية تحت الطيات . وقد تخفى بعض هذه الطيات فوالق كبيرة ، يمكن

أن تتحرك تحت السطح ، وتتحول بدورها الى مصدر لهزات أرضية عنيفة (شكل ٣) . والجدير بالذكر أن معظم الهزات الأرضية الصغيرة بمنطقة كاليفورنيا بالولايات المتحدة الامريكية ، لاتحدث على امتداد فوالق تقطع سطح



شكل (٣)

نموذج يبين نشأة الفالق الخفى تحت الطية (الخط الأسود السميك) .
لاحظ أن مع إزدياد نشاط الفالق الخفى يزداد إرتفاع الصخور المطوية إلى أعلى نتيجة إنضغاط الصخور لتشغل حيزاً أفقيا أقل . تمثل الخطوط الرفيعة الطبقات بينما تمثل الخطوط المتقطعة بعض التشققات .

الأرض . وحدثت هذه النوعية من الزلازل فى مدينة الأصنام بالجزائر عام ١٩٨٠ ، وأدت الى مقتل ٣٥٠٠ شخصا ، بالاضافة الى ثلاث هزات أخرى بغرب الولايات المتحدة الامريكية . وآخر هزات من هذا النوع حدثت فى أرمينيا عام ١٩٨٨ وأدت الى مقتل ما لا يقل عن ٢٥٠٠٠ شخص . والملاحظ فى كل الحالات أن الصخور المطوية كانت ترتفع إلى أعلى بشكل محسوس أثناء الزلزال . وهذا يعنى أنها نشطة وأن احتمال تكرار حدوث الزلازل بهذا الموقع أمر وارد . وقد نتج من زلزال مدينة الأصنام ، إنزلاق الصخور لمسافة من ثلاثة الى ستة أمتار على فالق عكسى عند عمق عدة كيلومترات تحت سطح الأرض . وقد ارتفعت الطية المحدبة بمقدار خمسة أمتار أثناء الهزة الأرضية ، وصاحب ذلك هبوط الوادى المجاور بمقدار متر واحد .

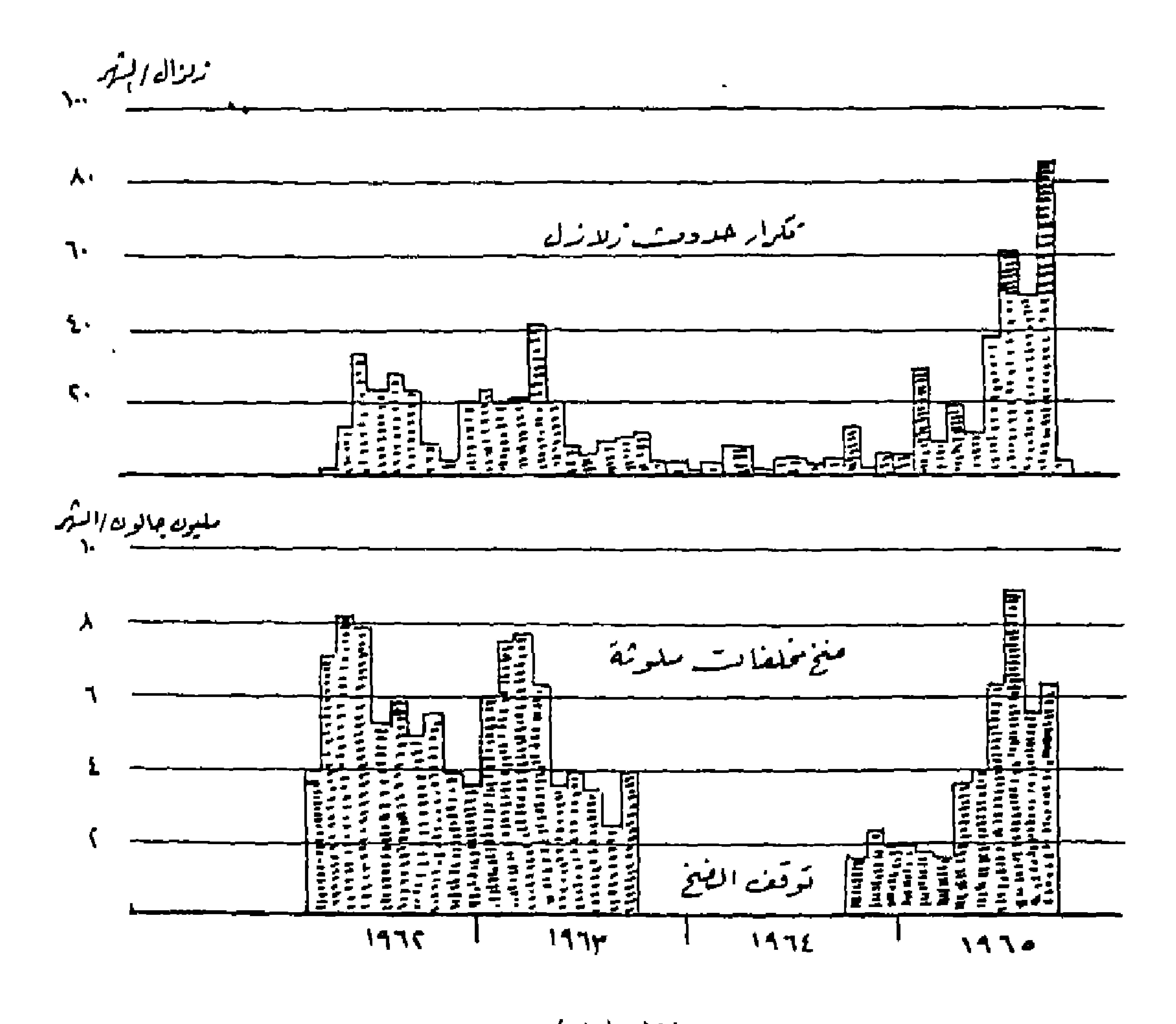
والزلازل يمكن أن تحدث بفعل الانسان ، نتيجة لما يلى :

■ **انشاء السدود والبحيرات الصناعية** : لوحظ دور هذه المنشآت الضخمة كمصدر لحدوث زلازل منذ عام ١٩٣١ . ويعتقد حاليا أن السدود التى لها بحيرات صناعية أعمق من ١٤٠ مترا مثل السد العالى بمصر ، ليست كلها مصدرا لحدوث زلازل ، بل أن ٢١٪ منها فقط يمكن اعتباره مصدرا لنشاط زلزالى ، خصوصا عند اقتراب إكتمال المياه بالخزانات . وقد حدث ذلك بالفعل فى منطقة أسوان عندما وصل منسوب المياه بالبحيرة الى المستوى المخطط له عام ١٩٨١ .

■ **ضخ المياه داخل الآبار** : يتم ضخ المياه عن طريق آبار محفورة خصيصا لهذا الغرض ، أو ضخ مخلفات سامة فى آبار أخرى فى بعض الدول . وقد لوحظ أن ضخ هذه المحاليل فى الأعماق يحدث زلازل فى أماكن كان يعتقد أنها خاملة زلزاليا ، مثل كولورادو فى الولايات المتحدة الامريكية ، مما حدا بالمسؤولين لإصدار أمر بوقف ضخ المحاليل داخل الأرض . والجدير بالذكر

أن النشاط الزلزالى هدأ فى الحال بعد التوقف عن الضخ (شكل ٤) . وبذلك تتضح العلاقة الوطيدة بينهما .

إن استخراج البترول قد يتطلب فى المراحل المتقدمة ضخ مياه لغمر خزان البترول الجوفى لازاحة البترول المتبقى بالخزان بواسطة الضغط الهائل للمياه التى يتم ضخها عبر آبار تصل الى مستوى الخزان النفطى . ومثل هذه العملية



شكل (٤)

مقارنة بين تكرار حدوث زلازل وضخ المخلفات الملوثة تحت سطح الأرض فى آبار عميقة .

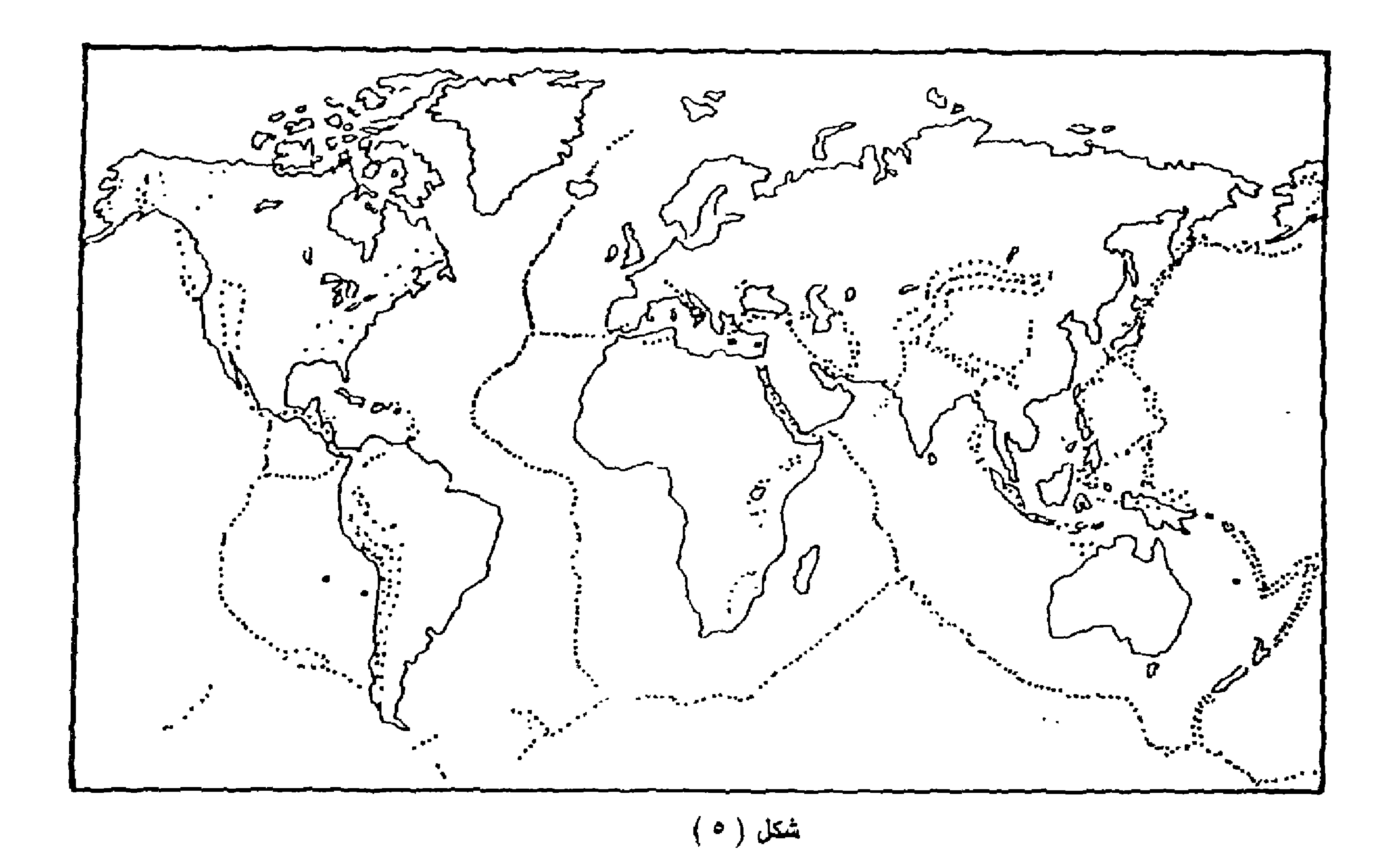
تساعد على تنشيط فوالق خاملة . ولذلك فإن من الواجب وضع مراصد زلزالية فى المواقع التى يجرى فيها استخراج البترول بهذه الكيفية ، لتتبع مراحل النشاط الزلزالى بغية اتخاذ القرار المناسب باستمرار الضخ أو التوقف عنه كلية ، عند ملاحظة حدوث نشاط زلزالى مفاجىء .

■ **إجراء التجارب النووية التحت سطحية** : يتم رصد التجارب فى جميع أنحاء العالم مع تحديد موقع إجراء التجارب بدقة ، علاوة على شدة الانفجار ومن المعتقد أن هناك علاقة بين النشاط الزلزالى وإجراء التجارب النووية ، وإن كانت المعلومات غير متداولة بصورة تسمح للربط بين التجارب النووية والزلازل .

الزلازل وحركة الألواح

ساهم انتشار المراصد الزلزالية فى جميع أرجاء العالم وربط هذه المراصد بعضها ببعض ، عن طريق شبكة معلومات ، كثيرا فى تفهم المعضلات التى كانت تعتبر فى وقت من الأوقات مستحيلة . لقد تم رصد الزلازل عالميا ووقعت مراكزها على خريطة العالم (شكل ٥) . وتم تقسيم هذه الزلازل إلى **زلازل عميقة المركز ، وزلازل متوسطة المركز ، وزلازل ضحلة المركز** ، وهى على التوالى الزلازل التى يقع مركزها عند عمق يتراوح بين ٣٠٠ و٧٠٠ كيلومتر وبين ٧٠ و٣٠٠ كيلومتر ، وحتى عمق ٧٠ كيلومتر من السطح . وبازدياد البيانات الواردة من المراصد ، أمكن وضع تفسير علمى مقنع . وتوصل العلماء إلى أن بعض الأماكن تتميز بوفرة الزلازل العميقة المركز والمتوسطة ، بينما يتميز البعض الآخر بوفرة الزلازل الضحلة المركز . وعند ربط المواقع الأولى بعضها ببعض وكذلك المواقع الثانية ، تبين أن الزلازل العميقة تحد حافة المحيط الهادى ، وتقع عند تلامس المحيط بالقارات وتمتد بمحاذاة حافة المحيط ملتفة حوله .

ويعرف هذا الخط أو الحزام الزلزالى ، كما يطلق عليه البعض باسم **حلقة النار** (شكل ٦) . وربما تعزى هذه التسمية الى أن الزلازل التى تحدث به غالبا ما يصاحبها انبثاق براكينى مثلما حدث فى زلزال كولومبيا يوم ١٤ أكتوبر ١٩٩٢ ، حيث انبثقت فى اليوم التالى لحدوث الزلزال حمم بركانية على جبال الانديز . ويوجد حاليا على امتداد خط النار ، براكين نشطة



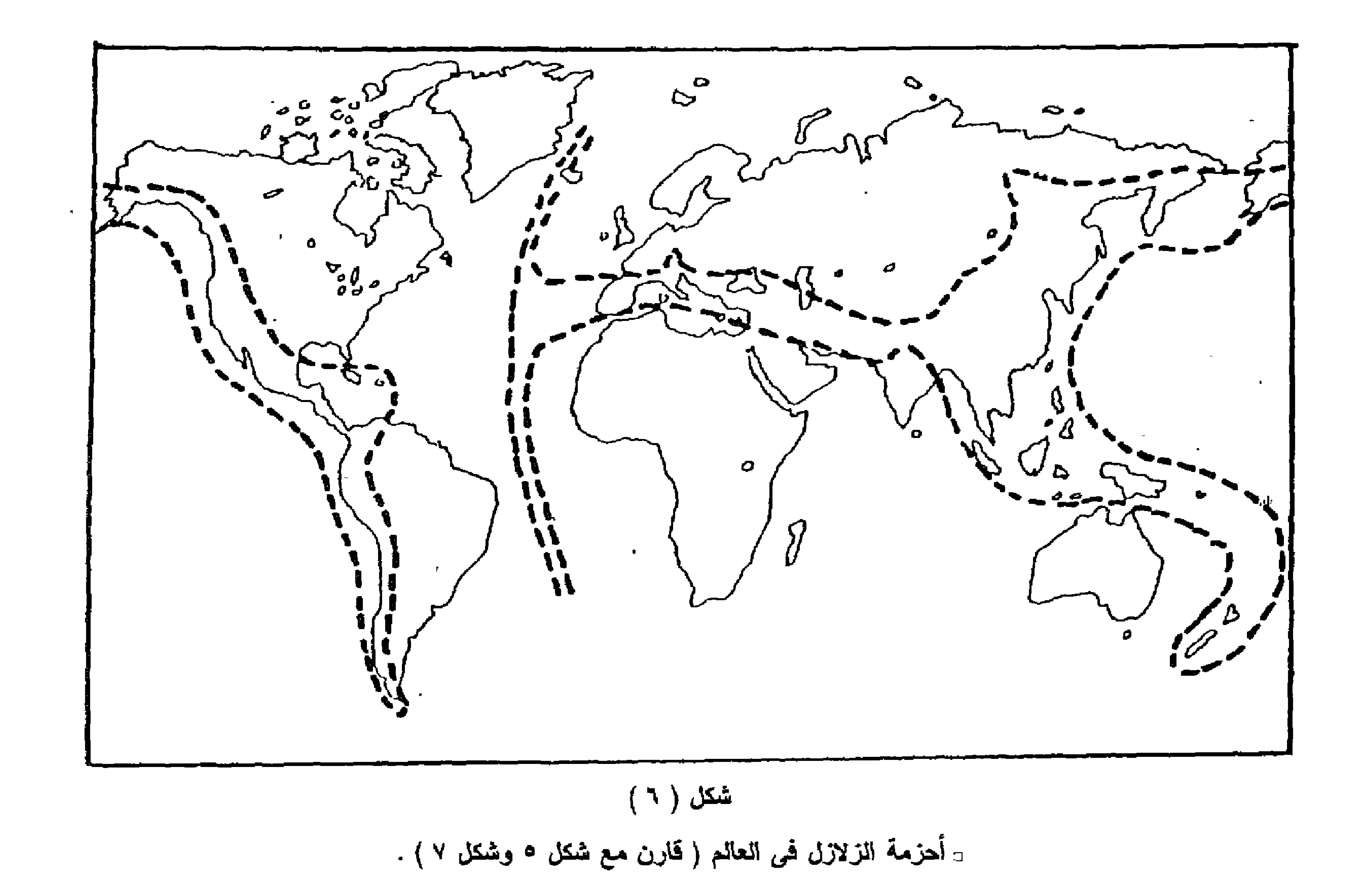
شكل (٥)

توزيع النشاط الزلزالى بالعالم - تشير النقاط إلى مواقع الزلازل .

وخصوصا فى امتداد هذا الحزام داخل مياه المحيط ، وفى الجزر التى تقع ضمن هذا الحزام . أما الوضع الثانى الخاص بالحزام الزلزالى ، أو الخط الذى يتميز بوفرة الزلازل ذات المركز الضحل فهو يمتد من أيسلندا مخترقا وسط المحيط الاطلسى . ويلتقى هذا الحزام مع حزام زلزالى آخر قادم من جزر اندونيسيا مارا ببورما فجبال الهيمالايا بشمال الهند فايران ثم جبال القوقاز فتركيا ثم اليونان وجبال الألب بايطاليا وسفوح جبال البرانس فى اسبانيا ثم يمتد الى وسط المحيط الاطلسى (شكل ٦) .

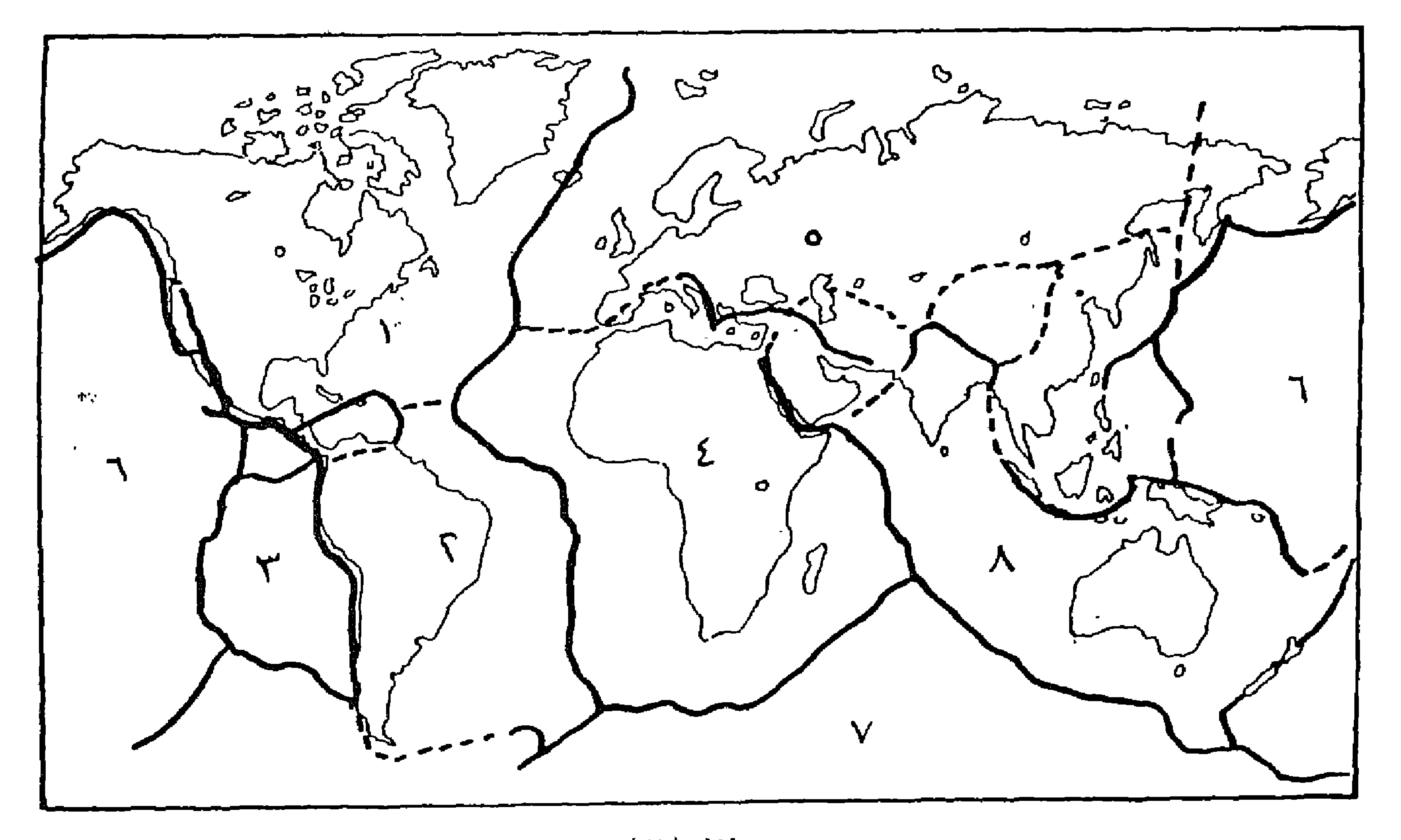
وقد أدى تحديد الأماكن النشطة زلزاليا الى الوصول الى تطور هام جدا ، انعطف بالفكر الجيولوجى الى طريق ساعد فى فهم الكثير من الظواهر الجيولوجية التى كان يصعب وجود تفسير لها . فقد توصل العلماء إلى أن توزيع معظم الزلازل بالعالم له علاقة مباشرة بالحدود بين ألواح دائمة الحركة ، وإن كانت غير محسوسة للانسان . ولكن أمكن التعرف على هذه الحركة بدراسة التاريخ الجيولوجى للقارات .

وحديثا ثبت ذلك بواسطة تكنولوجيا الأقمار الصناعية والأجهزة الحديثة لتحديد المواقع على سطح الأرض . ولشرح ذلك أسوق مثالا ، وهو أنه من الممكن أن نحدد موقع قمة هرم خوفو بالنسبة للاحداثيات (خطوط الطول والعرض) ، وليكن عام ١٩٨٠ ، وعند اعادة تحديد الاحداثيات لنفس المكان بعد فترة من الزمن ولتكن ١٠ سنوات وبنفس الجهاز وتحت نفس الظروف ، فإننا نلاحظ أن قمة هرم خوفو قد تزحزحت عن موقعها بمقدار سنتيمترات قليلة فى اتجاه الشمال . ويدل ذلك على حقيقة هامة جدا ألا وهى أن مصر ، وبالتالى أفريقيا ، تتحرك حثيثا فى إتجاه الشمال صوب أوروبا . واذا ما أجريت نفس طريقة القياس للاحداثيات بموقع فى أوروبا ، فسنجد أن الموقع ، وبالتالى أوروبا ، تتحرك فى اتجاه مضاد أى فى اتجاه الجنوب صوب أفريقيا .



شكل (٦)

□ أحزمة الزلازل فى العالم (قارن مع شكل ٥ وشكل ٧) .



شكل (٧)

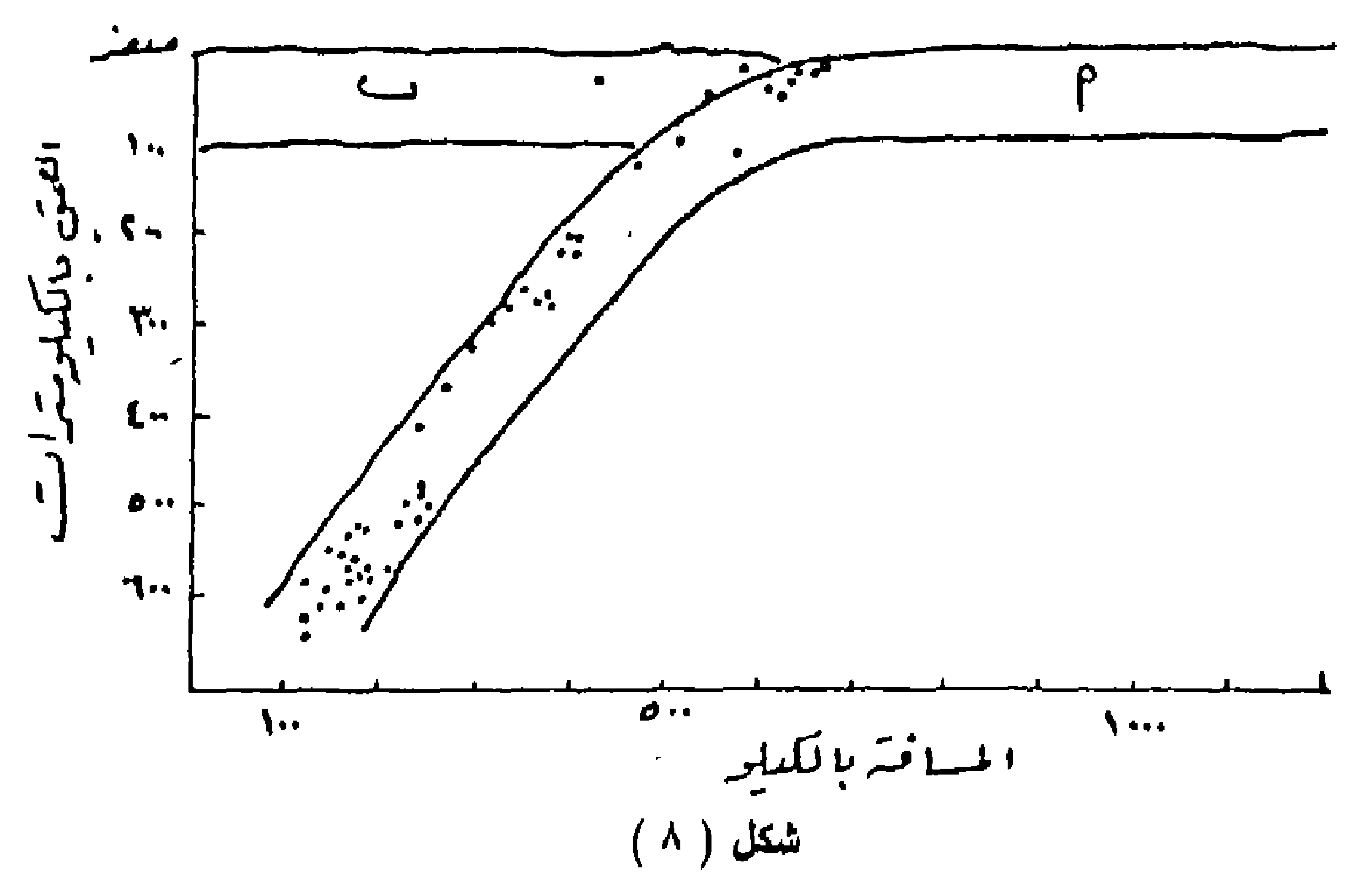
تقسيم القشرة الأرضية إلى الواح بناء على البيانات الزلزالية . تبين الخطوط السميكة المتصلة ، الحدود بين الألواح ، وتبين والخطوط المتقطعة الحدود المحتملة . ١= أمريكا الشمالية ، ٢= أمريكا الجنوبية ، ٣= نازكا ، ٤= أفريقيا ، ٥= أوراشيا ، ٦= المحيط الهادى ، ٧= القطب الجنوبى ، ٨= الهند وأستراليا .

إن افريقيا جزء من **اللوح الأفريقى** (٤ فى شكل ٧) ، وأوروبا جزء من اللوح **الأوراشى** (٥ فى شكل ٧) . وبنفس الطريقة تمكن العلماء من التوصل الى أن الجزيرة العربية تبتعد عن أفريقيا فى اتجاه الشرق بمقدار ٢ سم كل عام . ويدل ذلك على أن **البحر الأحمر يتسع** ، فى حين تشير علاقة أوروبا بافريقيا الى أن **البحر الابيض المتوسط يضيق** . وبتطبيق هذه الفكرة فى جميع أنحاء العالم وجد أنه يمكن تقسيم العالم الى مجموعة من الألواح تتحرك بعيدا عن بعضها أو تجاه بعضها . وعموما فانه فى الحالة الأولى عادة ما تنشأ زلازل ضحلة المركز ، وتنشأ فى الحالة الثانية زلازل عميقة أو متوسطة المركز .

واذا ما تحركت الالواح فى اتجاه مضاد واقتربت من بعضها ، فان ضغطا شديدا يتولد عند الالتحام ، وتتولد طاقة يتم تخزينها ، إلى حين ، حتى تسمح الظروف المواتية لانطلاقها بصورة فجائية محدثة زلزالا شديدا على امتداد خط الالتحام بين الألواح . وعادة ما تنزلق صخور أحد هذه الالواح تحت اللوح الآخر ، ويستمر الضغط فى توليد طاقة يتم اختزانها . ويتكرر نفس الشيء فى لحظة محدثا زلزالا جديدا ، وهكذا . ولذلك فإن هذه المواضع تعتبر مصدرا مستمرا للزلازل ما دام تحرك الالواح مستمرا (شكل ٧) ، وتقع ضمن حزام الزلازل . وفى هذه الحالة يجب توخى الحيطة عند تخطيط المدن والمنشآت .

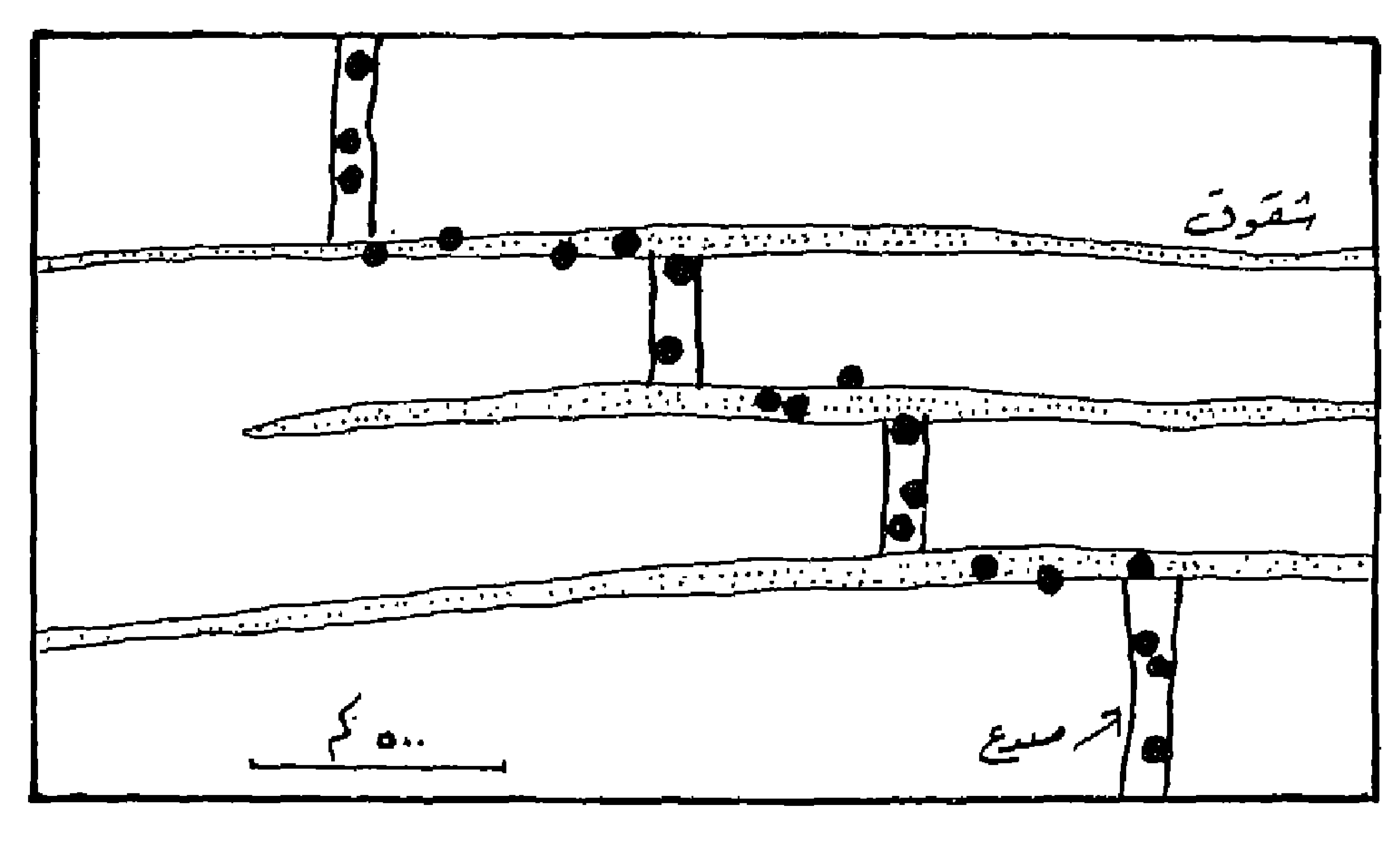
ويبين (شكل ٨) قطاعا عموديا لانزلاق لوح تحت لوح آخر ، ومواقع الزلازل المرتبط أساسا باللوح المنزلق ، والنسبة الكبيرة للزلازل العميقة والمتوسطة ، علاوة على قليل من الزلازل الضحلة . بينما يظهر (شكل ٩) ارتباط الزلازل ، بالصدوع والتشققات العرضية على الفوالق التى تكثر فى قيعان المحيطات ، وعادة ما تكون هذه الزلازل ضحلة المركز .

□ □ □



شكل (٨)

قطاع عمودى يبين إنزلاق لوح « أ » تحت لوح « ب » .
وتمركز مراكز الزلازل على اللوح المنزلق مع وجود
نسبة كبيرة من الزلازل العميقة والمتوسطة العمق .



شكل (٩)

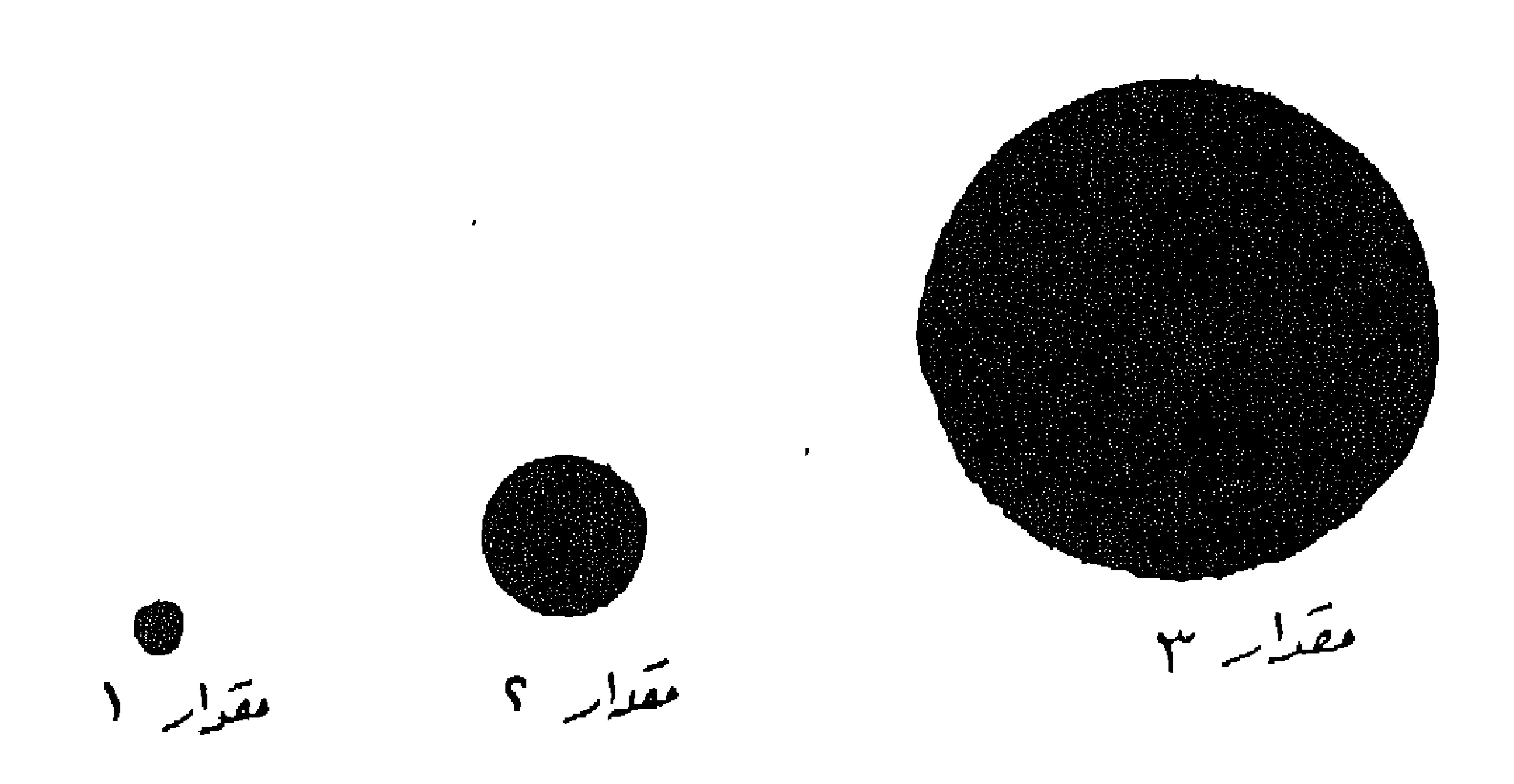
جزء من الصدوع والتشققات بقاع المحيطات يبين
إرتباط النقاط السطحية لمراكز الزلازل الضحلة بها .

مقدار الزلزال وشدته

يتحدد حجم الزلزال أو خطورته من مقداره وشدته **ومقدار الزلزال** هو قياس مطلق لاتساع الموجات الزلزالية التى تعتمد على كمية الطاقة المنطلقة من الزلزال . فكلما اتسعت الموجات الزلزالية المسجلة على « **السيزموجرام** » كان المقدار عاليا والعكس صحيح . ويقاس مقدار الزلزال ويحدد مركزه بواسطة جهاز **السيزموجراف** . ويعرف المقدار من واقع الرسومات التى تخطها إبرة التسجيل على الورق الحساس . وكلما زاد مقدار الزلزال زادت سعة الموجات ، وتتم مقارنة مقدار الزلزال المسجل بالسجلات الموجودة بالمرصد لزلازل سابقة . ومقدار الزلازل له قيمة مطلقة ، يتم تحديده على مقياس وضعه ريشتر (ريختر) ، ويستخدم عالميا فى جميع المراصد ويتراوح بين الصفر و٨,٩ .

أما **شدة الزلزال** يعبر عنها **مقياس ميركالى** المعدل ، وهو عبارة عن كتالوج للظواهر التى تصف درجة الاحساس بالاهتزازات والخراب الذى تحدثه ، ويتراوح المقياس بين ١ و١٢ . ويفيد هذا المقياس فى التعرف على شدة الزلازل التاريخية التى حدثت قبل استخدام السيزموجراف ، حيث يستدل على ذلك من وصف احساس الناس والدمار الذى حدث فى موقع ما .

ويبين الجدول ١ علاقة مقدار الزلزال بالشدة ، علاوة على مقدار الطاقة المنسابة من الزلزال ، وعدد الهزات بالعالم سنوياً . ويمكن تمثيل العلاقة بين مقدار الزلزال والطاقة المنبثقة منه (بشكل ١٠) ، حيث يمكننا أن ندرك أن



شكل (١٠)

العلاقة بين مقدار الزلزال والطاقة . يمثل حجم الكرة كمية الطاقة المنطلقة من الزلزال .

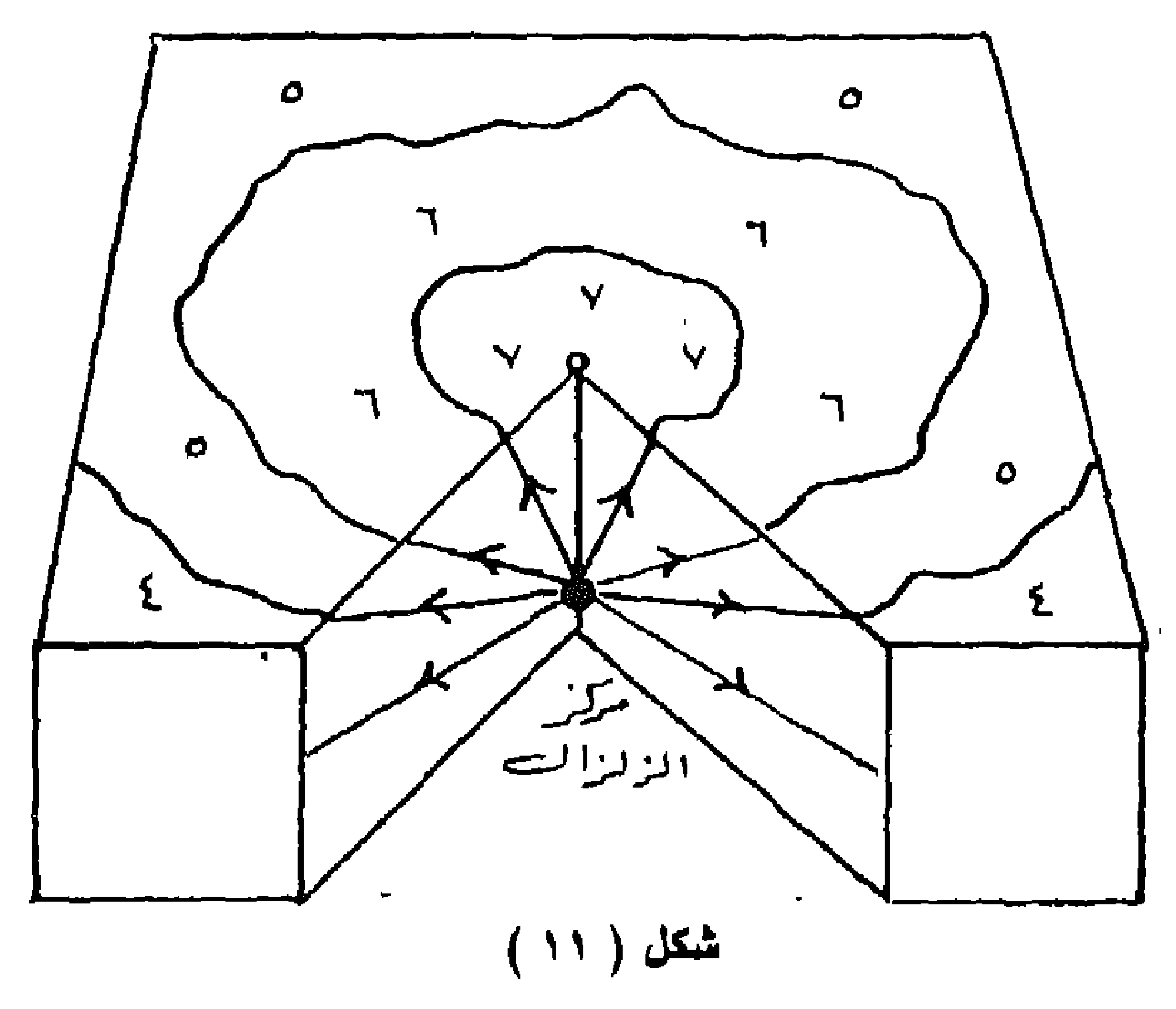
مقدار ٢ ليست ضعف مقدار ١ من حيث الطاقة المنسابة ، وكذلك بمقارنة ٣ بمقدار ٢ .

ولمقدار الزلزال وبالتالى شدته ، علاقة مباشرة بالقرب أو البعد عن مركز الزلزال . وقد لمسنا ذلك جلياً فى حالة الزلزال الذى حدث فى ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ ، حيث شعر به سكان القاهرة جميعاً وبعض المحافظات المجاورة ، ولم يشعر به سكان أسوان أو قنا ، كما وصل خفيفاً إلى سكان سيناء . ويدل ذلك على حقيقة أن المناطق التى تقع فى دائرة حول مركز الزلزال ، أو حول النقطة السطحية الممثلة لمركز الزلزال ، تشعر بنفس الشدة ويكون لها نفس المقدار ، وهكذا . أى أن التأثير الزلزالى يمتد إلى دائرة حول المركز وليس فى اتجاه محدد كما هو مبين فى (شكل ١١) . وتجدر الاشارة هنا إلى أنه ربما يحدث زلزال فى أعمال سحيقه قد تصل إلى ٦٠٠ أو ٧٠٠ كيلو متر من سطح الأرض ويكون له مقدار مرتفع ، ولكن عندما تصل الموجات إلى

جدول ١

علاقة مقياس ميركالى المعدل بمقياس ريختر ، ومقدار الطاقة وعدد الهزات السنوية

شدة الزلزال (مقياس ميركالى المعدل)	مقدار الزلزال (مقياس ريختر)	مقدار الطاقة المنسابة من الزلزال	عددالهزات
١ - يسجل بالاجهزة فقط (غير محسوس) ٢ - ضعيف يشعر به بعض الاشخاص الجالسين (خفيف جدا)	٣,٥ - ٤,٢	قوة تعادل انفجار رطل من مادة الـ تى . إن . تى	٤٩٠٠٠
٣ - تشعر به كما لو كان لورى مر بجوارك ، ويشعر به كذلك بعض الاشخاص الجالسين فى الادوار العليا (خفيف) ٤ - يشعر به المشاة بالشوارع وتهتز الاضاءة المعلقة بالمنازل (معتدل)	٤,٣ - ٤,٨		٦٢٠٠
٥ - يشعر به كل الناس ويستيقظ النائمون (قوى نوعا ما) ٦ - تهتز الاشجار وتتأرجح الاضاءة المعلقة ويطاح بالاشياء الموضوعة على المناضد وتتحطم (قوى)	٤,٩ - ٥,٤	قوة انفجار تعادل ٢٠ طن من مادة الـ تى. إن. تى أو قنبلة ذرية صغيرة	٨٠٠
٧ - تتشقق الجدران بالمبانى وأسوار الحدائق ويسقط البياض (قوى جدا)	٥,٥ - ٦,٢		٨٠٠
٨ - تسقط المآذن وأبراج الكنائس ويصعب قيادة السيارات وتنهار المنازل المشيدة بدون مراعاة للمواصفات (هدام) ٩ - تنهار بعض المنازل بعد أن تتشقق التربة اسفلها وتتكسر المواسير (مفجع)	٦,٢ - ٦,٩	قوة انفجار تعادل قنبلة هيدروجينية أو ميجا طن (مليون طن) من الا تى . ان . تى	١٢٠
١٠ - تتشقق الأرض بشدة وتتحطم معظم المبانى وتتلوى قضبان السكك الحديدية ويحدث أنهيار لأجزاء من الجبال عند المنحدرات (مفجع جدا)	٧ - ٧,٣		١٨٠
١١ - لا يبقى سوى بعض المبانى وتتحطم الكبارى وتنهار الجبال عند المنحدرات ويحدث فياضانات خطرة (كارثة)	٧,٤ - ٨,١		
١٢ - دمار شامل تتطاير الاجسام فى الهواء وترتفع وتنخفض الأرض على شكل أمواج البحر (كارثة عظمى)	أكثر من ٨,١ حتى ٨,٩	قوة انفجار تعادل ٦٠٠٠٠ قنبلة (ميجا طن)	مرة واحدة كل عدة سنوات



شكل (١١)

مركز زلزال داخل الأرض ، وعلاقته بالنقطة السطحية فوق المركز ، يبين إنتقال الطاقة المنبثقة فى كل إتجاه كما تظهرها الاسهم . يقل مقدار الزلزال كلما بعد عن المركز .

السطح تصل بمقدار أقل ويكون تأثيرها أخف من تأثيرها فى مركزه . أما الزلازل الضحلة التى تحدث عند أعماق تصل إلى ٧٠ كيلو متراً ، فإن شدتها قد تكون كبيرة نظراً لقرب مركز الزلزال من السطح . وكلما زادت شدة الزلزال ، شعر به الناس فى مساحات كبيرة وعلى بعد كبير من مركزه . فقد يحدث زلزال فى اليونان مثلاً ويكون له مقدار مرتفع ، ويمكن أن نشعر به فى مصر ولكن بصورة خفيفة . وقد شعر سكان مدينة القدس بزلزال يوم ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ ، ولكن بصورة خفيفة .

وهذا يدل على أن زلزالاً مقداره ٥,٦ بمقياس ريختر يمكن أن يصل مداه حتى مسافة المئات من الكيلومترات . ولكن إن حدث زلزال باليابان ، فإن

سكان القاهرة لا يشعرون به مهماً بلغت شدة هذا الزلزال ، نظراً للبعد الجغرافى عن اليابان . ولكن يمكن لبعض المراصد التى تقع خارج منطقة **الظلال** « وهى المنطقة التى تقع بين زاوية ١٠٥° وزاوية ١٤٣° من مركز الزلزال » ، أن تسجل هذه الهزة بعد حدوثها بدقائق .

□ □ □

كيفية قياس مقدار الزلزال وشدته

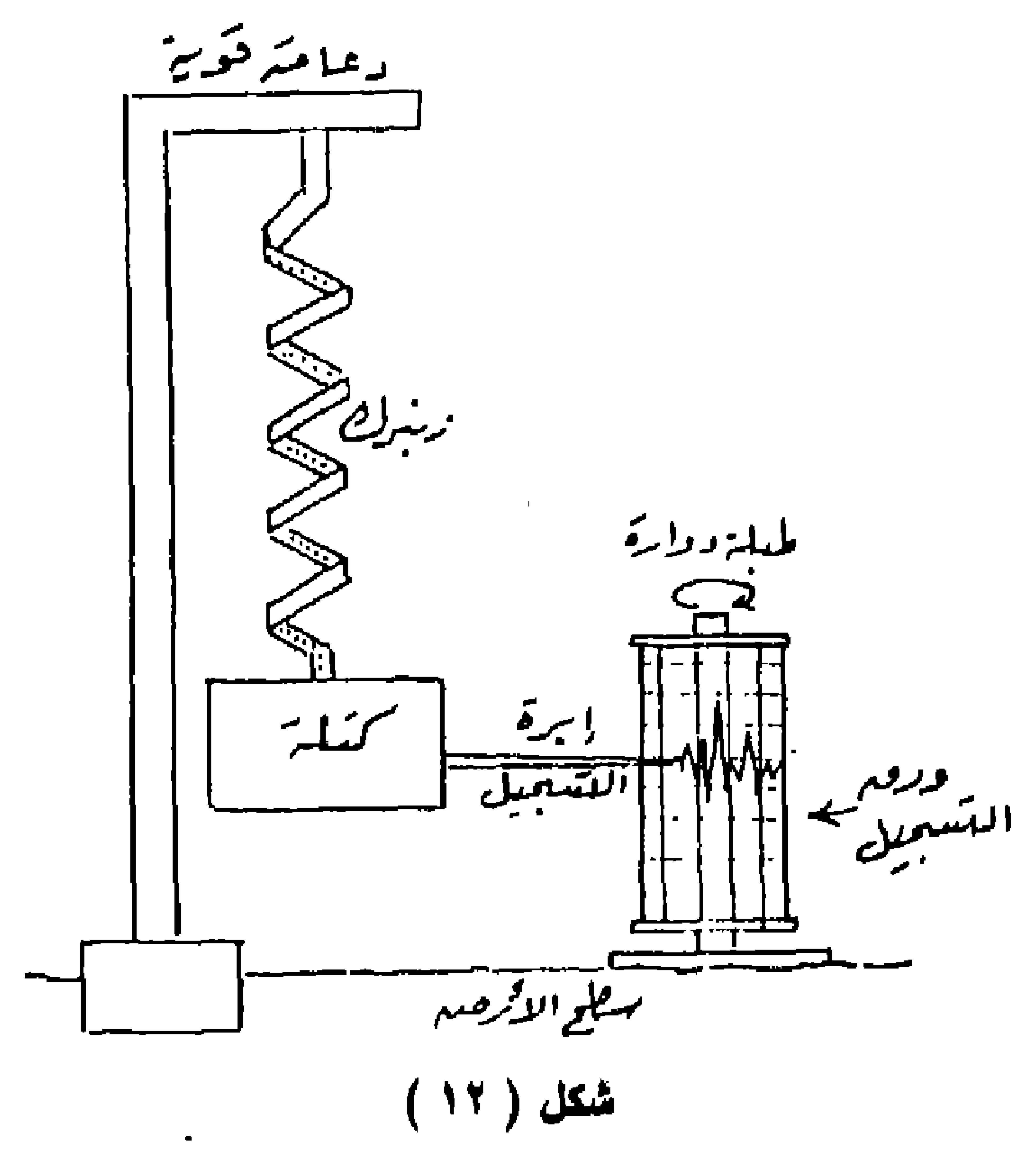
يختلف شعور الانسان بالزلزال إذا ما كان خارج المبنى تماما عن شعوره به داخله ، ولذلك فإن الاحساس بشدة الزلزال تختلف . وعلاوة على ذلك فإن بعض الأشخاص لهم حساسية أكثر من الآخرين بالشعور باهتزاز الأرض أو البناية ، ولذا تسمع عن حدوث زلزال من شخص بينما ينفى الآخر ذلك تماما . كما أن شدة الزلزال تختلف بالنسبة لموقعك من مركز الزلزال ، فقطعا سيشعر به من يقيمون بالقرب من مركز الزلزال بينما يصل ضعيفاً إلى المقيمين بعيدا عن المركز ، أو ربما لا يشعرون به تماما .

والمعروف أن الحيوانات تتمتع بحاسة الشعور بالهزات الأرضية . وقد فكر الانسان مليا فى اختراع جهاز يمكن بواسطته الشعور بالزلزال وتسجيل مقدراه ، وابتكر بالفعل جهاز السيزموجراف ، الذى أصبح مكملا للنقص الذى يعانيه الانسان تجاه الشعور بالزلازل وتسجيلها ، بل تحديد موقعها بالضبط ، حتى ان حدثت على بعد بضعة آلاف من الكيلومترات .

ويستخدم جهاز السيزموجراف فى تسجيل الموجات المتولدة من الزلزال . ويتكون من كتلة ثقيلة معلقة بزنبرك على دعامة قوية مثبتة جيدا فى الأرض . وتنبثق من هذه الكتلة إبرة مثل إبرة تسجيل أو إدارة الاسطوانات (الجرامافون) . وهذه الأبره تلمس ورقا حساسا ملتفا على سطح طبلة دوارة تدور بصفة مستديمة وبسرعة معروفة وبزمن محدد . وفى بعض الأجهزة

تدور هذه الطبلة فى وضع أفقى ، والبعض الآخر يدور فى وضع رأسى (شكل ١٢) .

والسيزموجراف المبين فى الشكل يمثل السيزموجراف المبسط جداً ، فى حين تستخدم الأجهزة الحديثة إضافات مغناطيسية واليكترونية معقدة لتسهيل التقاط الاهتزازات الأرضية ، وخصوصا تلك التى لا يشعر بها الانسان . ولذا فإن الأجهزة الحديثة يمكنها تسجيل أى اهتزازات ولو بسيطة جداً ، ولذا فإن من شروط المواقع التى تقام بها هذه الأجهزة أن تكون فى منأى عن أى



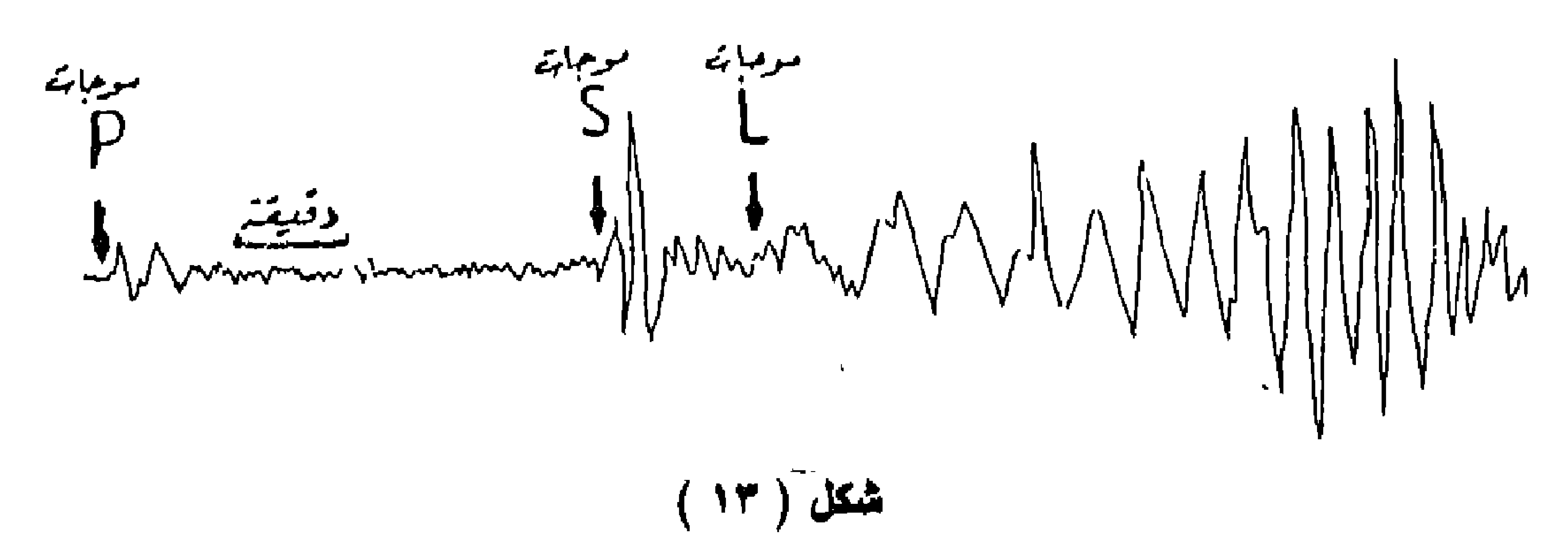
شكل (١٢)

□ رسم توضيحى لمكونات السيزموجراف
إن القصور الذاتى للكتلة يبقيها فى موقعها دون أى اهتزاز ، بينما تهتز الطبلة الدوارة أثناء حدوث الزلزال . وتسجل مقدار الاهتزازات بالابرة على ورق حساس على سطح الطبلة الدوارة .

اهتزازات . ولذلك عادة ما تقام فى الأماكن البعيدة عن العمران . وعلى سبيل المثال فإن فى مصر مراصد موزعة بحلوان ، وفى منتصف الطريق بين القاهرة والسويس بالقطامية ، وإلى الجنوب من أسوان وفى مرس مطروح .

وعند حدوث اهتزازات أرضية فإن الثقل (الكتلة) تبقى فى مكانها دون أى اهتزاز نظراً للقصور الذاتى الذى يمنعها من التحرك فى أى إتجاه . أما الطبلة الدوارة فتهتز تبعا لشدة الهزة . وتدون قدرة هذه الاهتزازات بواسطة ابرة التسجيل على ورق التسجيل المدون عليه الزمن بالضبط ، ويعرف السجل باسم **السيزموجرام** (شكل ١٣) . وتبين القمم العليا والسفلى على السيزموجرام ، مقدار الاهتزازات . وكلما ارتفعت إلى أعلى وانخفضت إلى أسفل بدرجة كبيرة ، دل ذلك على قوة الزلزال .

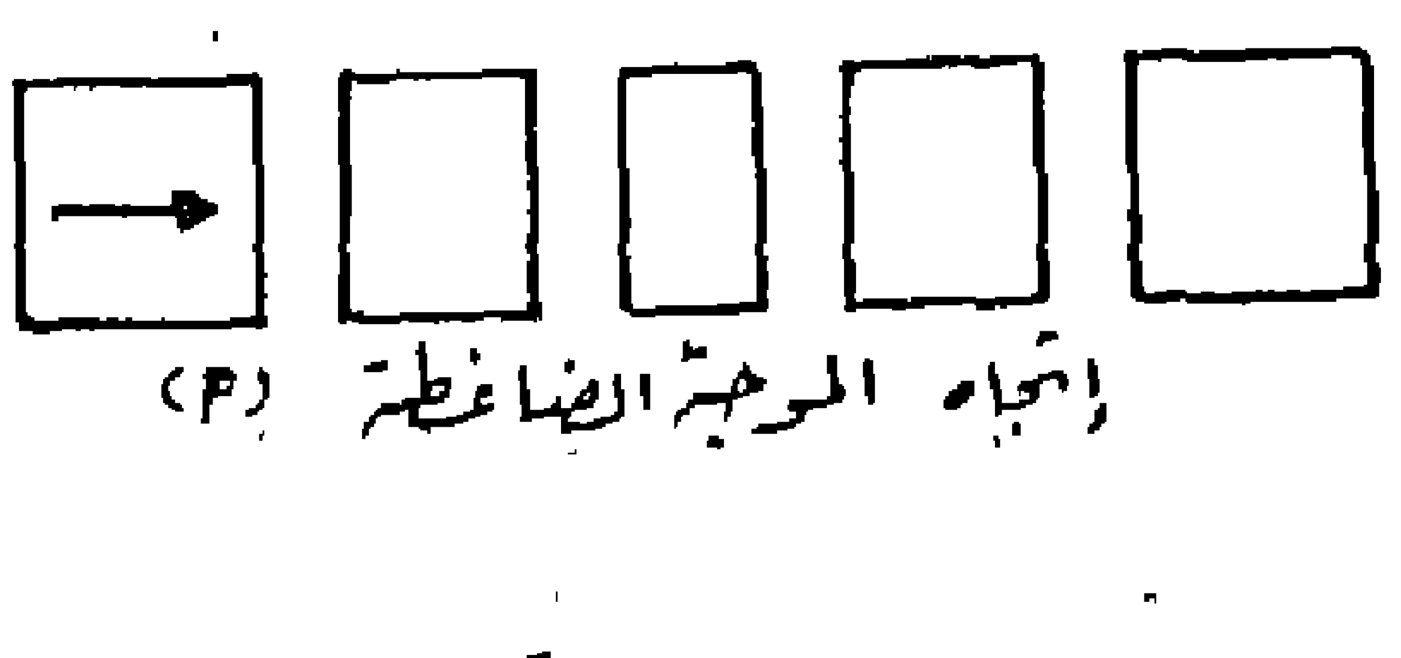
إن أول مايسجل على السيزموجرام عند حدوث هزة أرضية هو سلسلة من الموجات الأولى **الضاغطة** التى تعرف باسم موجات (P) ، وهى الموجات التى تجعلك تشعر بأن الأرض تهتز تحت أقدامك إلى أسفل وإلى أعلى . وهى أسرع الموجات الزلزالية وأحد ثلاث موجات تنجم عن حدوث زلزال . تتبع

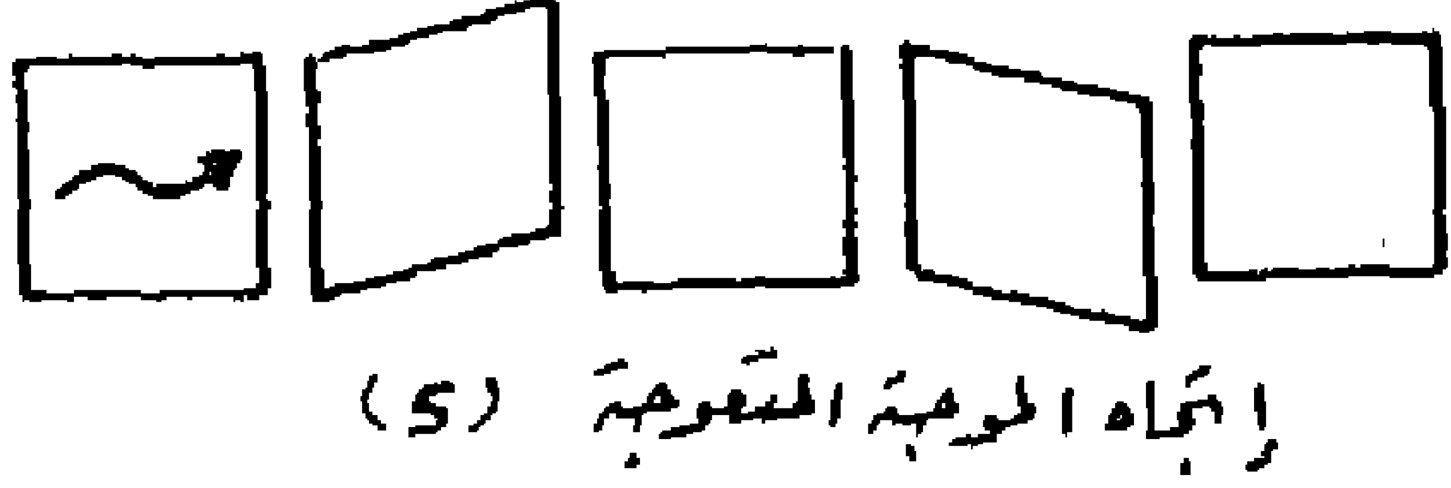


شكل (١٣)

سيزموجرام يوضح أن الفترة الزمنية بين موجات (p) وموجات (s) ثلاث دقائق و ٤٣ ثانية ، وتكافىء مسافة ٢٢٥٣ كيلو متر بعيدا عن مركز الزلزال .

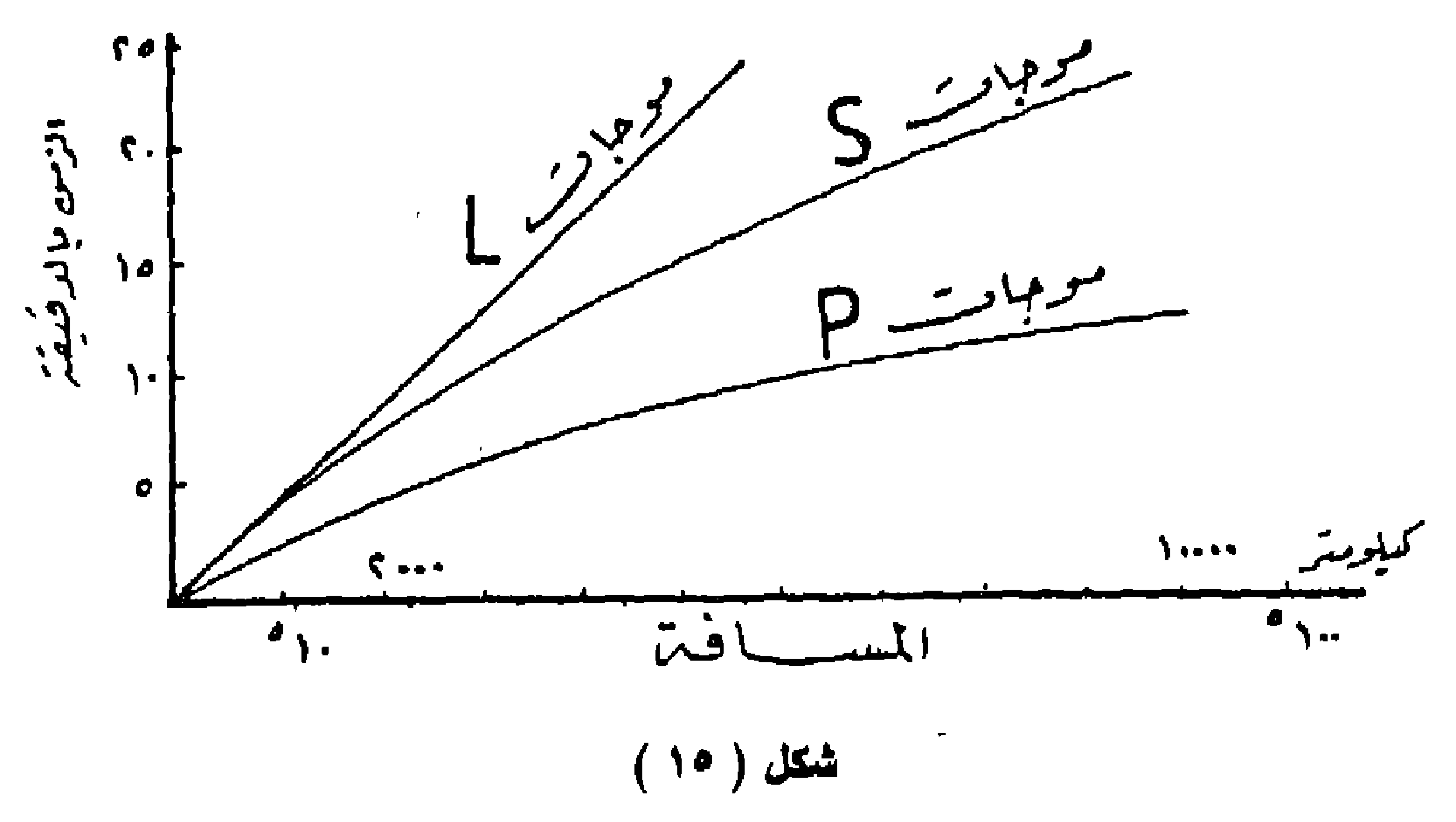
الموجات الضاغطة موجات أقل سرعة منها تعرف بالموجات **المتعوجه** أو موجات (S) ، وهى موجات لا تضغط الصخور ولكن تشوهها ، وذلك نظرا لتحركها وإنتقالها داخل الصخور ، مثل تحرك موجات البحر (شكل ١٤) والجدير بالذكر أن سرعة الموجات الضاغطة (P) هى ١,٧ مرة سرعة الموجات الثانوية المتعوجة (S) . وآخر الموجات التى تصل إلى السيزموجراف هى الموجات السطحية البطيئة (L) ، والتى تنتقل بالقرب وموازية لسطح الأرض (شكل ١٥) ، وتعتبر هذه الموجات والموجات (S) هى الموجات ، ذات التأثير التدميرى للزلازل ، وهى التى تجعلك تشعر بالتأرجح عند حدوث زلازل متوسطة أو مرتفعة الشدة . ومثال لذلك ، فإنه عند حدوث زلزال فى موقع على بعد ٩٧٠٠ كم من مرصد الزلزال ، فإن الموجات الضاغطة (S) تصل بعد ١٣ دقيقة ، بينما تصل الموجات (S) بعد ٢٣ دقيقة ، أى أن الفرق الزمنى بين موجات (S) وموجات (P) هو ١٠ دقائق . وتدل الفترة الزمنية بين وصول الموجتين ، على





شكل (١٤)

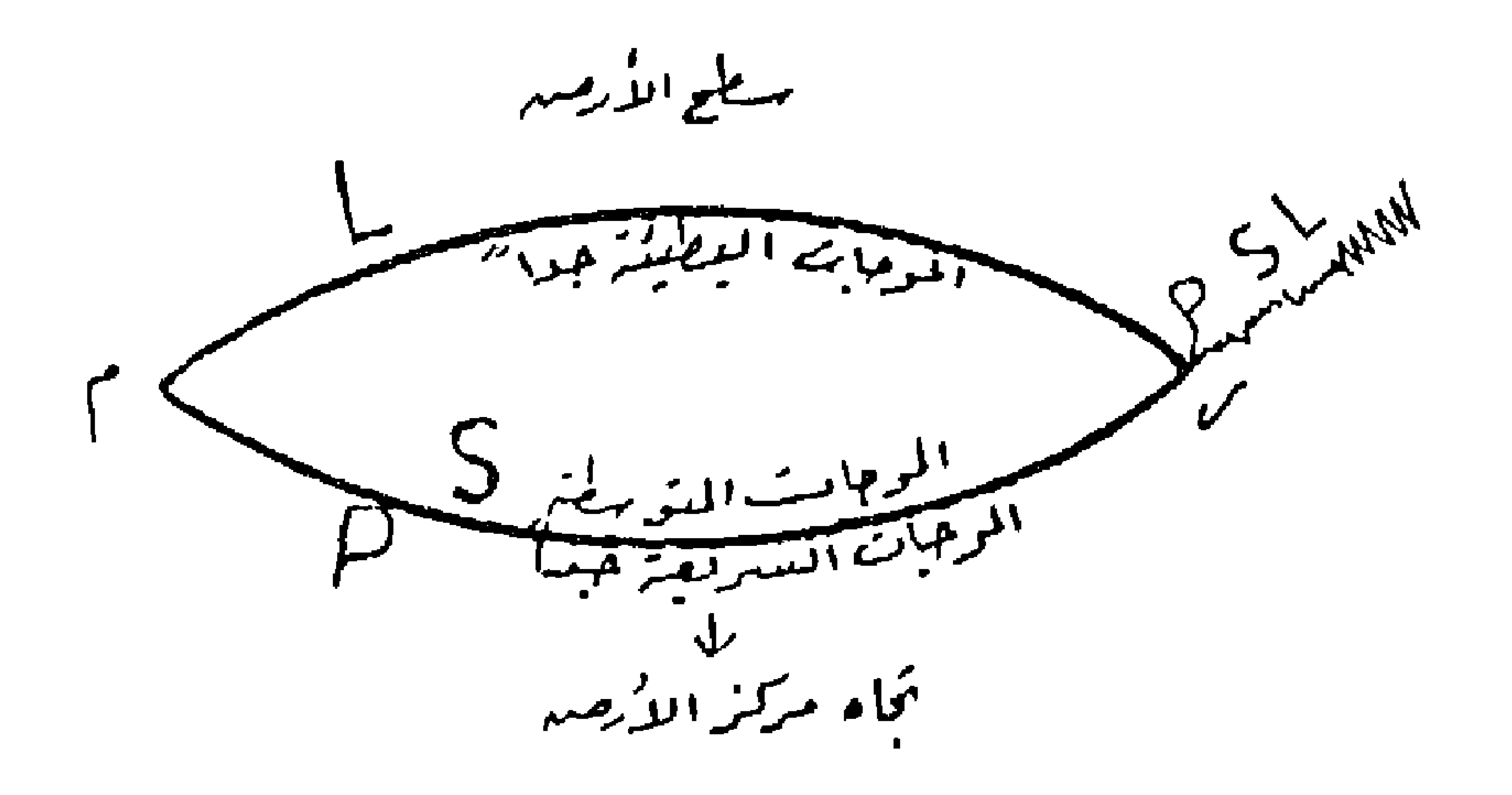
رسم توضيحى لتأثير الموجات الضاغطة (P) والموجات المتعوجة (S) على الصخر .



شكل (١٥)

منحنى الزمن - المسافة للموجات (P) و (S) و (L)
تخترق موجات (L) قشرة القارات بالقرب من السطح فقط .

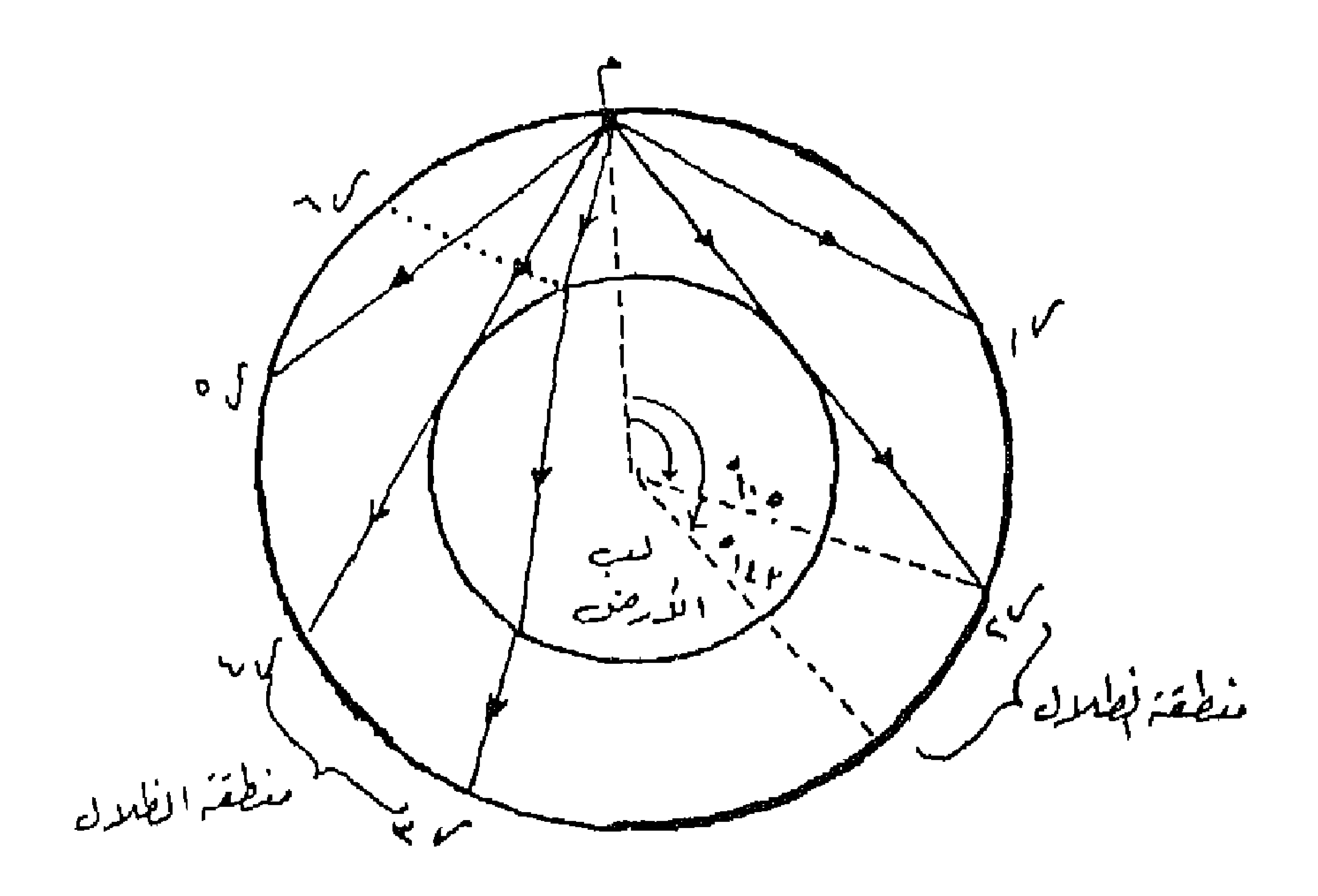
المسافة بين مركز الزلزال والمرصد . وكلما بعدت المسافة بين المرصد ومركز الزلزال ، زاد الفارق الزمنى بين الموجتين . وإذا حدث الزلزال بالقرب من المرصد ، فإنه يتم تسجيل الاهتزازات خلال ثوان معدودة للموجات (P) والموجات (S) ، بينما ينتظر المرصد الذى يقع بعيدا عن مركز الزلزال لفترة طويلة حتى يمكنه تسجيل حدوث زلزال فى هذا الموقع البعيد . وهذا ما حدث فى حالة زلزال يوم ١٢ أكتوبر ١٩٩٢حيث تم تسجيله بسرعة فائقة فى المراصد القريبة بينما سجلته المراصد الأمريكية واليابانية بعد فترة ، حيث أن الموجات (P) ، (S) تخترق الأرض لمسافة آلاف الكيلومترات حتى تصل إلى هذه المراصد . ويوضح (شكل ١٦) كيفية إنتقال الموجات (P) و (S) ، داخل الأرض ، وبعيدا عن سطح الأرض ، وأن الموجات السطحية (L) تنتقل بالقرب من سطح الأرض وتستغرق وقتا أطول من الموجات الأخرى حتى تصل إلى المراصد .



شكل (١٦)

قطاع فى جزء من الأرض يبين مسارات الموجات الزلزالية المنطلقة من مركز الزلزال (م) ومحطة الرصد (ر) .

وتجدر الاشارة هنا إلى أنه عند حدوث زلزال فى موقع ما ، فإن معظم المراصد بالعالم يمكنها رصد هذا الزلزال ، ولكن بعض هذه المراصد لا يمكنها رصده إذا وقع فى منطقة الظلال (شكل ١٧) . ومنطقة الظلال هذه تقع بين زاوية ١٠٥° وزاوية ١٤٣° من مركز الزلزال كما سلف القول ، ويعزى سبب عدم إمكانية رصد هذه الزلازل إذا كان المرصد يقع بين هذه الزوايا ، إلى أن الموجات الضاغطة تنتقل داخل الأرض على النحو المبين فى (الشكل ١٧) ، وعند إختراقها لب الأرض فإنها تنكسر ، أى تأخذ مسارا ناحية مركز الأرض نظرا لاختلاف الكثافة بين لب الأرض والغطاء ، ثم تنبثق ثانية حتى تصل إلى سطح الأرض حتى يمكن تسجيلها . ونظرا لهذه الخاصية فإن هذه الموجات لا يمكن تسجيلها فى النطاق الواقع بين الزوايا السابق ذكرها . ولذلك فإن التعاون الدولى فى مجال رصد الزلازل وتبادل البيانات أصبح مطلوباً . وتأسست لذلك الغرض جمعيات وهيئات ومؤسسات ترعى



شكل (١٧)

مقطع فى الأرض يبين مسار الأمواج الزلزالية من مركز الزلزال (م) إلى المراصد المنتشرة بأنحاء العالم (ر ١ - ر ٦) . ويلاحظ عدم إمكانية تسجيل زلازل فى المنطقة المحصورة بين ١٠٥° و ١٤٣° من مركز الزلزال (منطقة الظلال) على الناحية الأخرى بين ر٣ و ر٤ حيث يحدث إنكسار للموجات الضاغطة (P) داخل لب الأرض ويعود ظهورها بعد ١٤٣° . يلاحظ أنه يحدث إنعكاس جزئى للموجات المنكسرة عند السطح الخارجى للب الأرض ، ويتم تسجيلها فى بعض المراصد (ر٦) .

تبادل المعلومات الزلزالية بين مراصد العالم . ومصر عضو فى هذه المنظمات ، بل لها من الخبرة القدر الكبير فى مجال رصد الزلازل منذ مدة تناهز المائة عام . وهى من أوائل الدول بالعالم التى أنشأت مرصدا للزلازل بأراضيها ، وهو مرصد حلوان ، حين كانت حلوان تعتبر منطقة هادئة وليس بها ما يؤثر على تسجيل الزلازل .

□ □ □

أنواع أخرى من الزلازل

إن الزلازل كما سبق أن ذكرنا ليست نوعاً واحداً ، لإنها تنشأ من جراء حركات طبيعتها مختلفة على سطح الأرض . وسطح الأرض يشتمل على قيعان البحار والمحيطات . وبالاضافة إلى ذلك فإن هناك زلازل لا يشعر بها الانسان ، ولذلك فإننا نصف هنا نوعين من الزلازل وهما :

(أ) الزلازل تحت سطح البحر .
(ب) الزلازل غير المحسوسة .

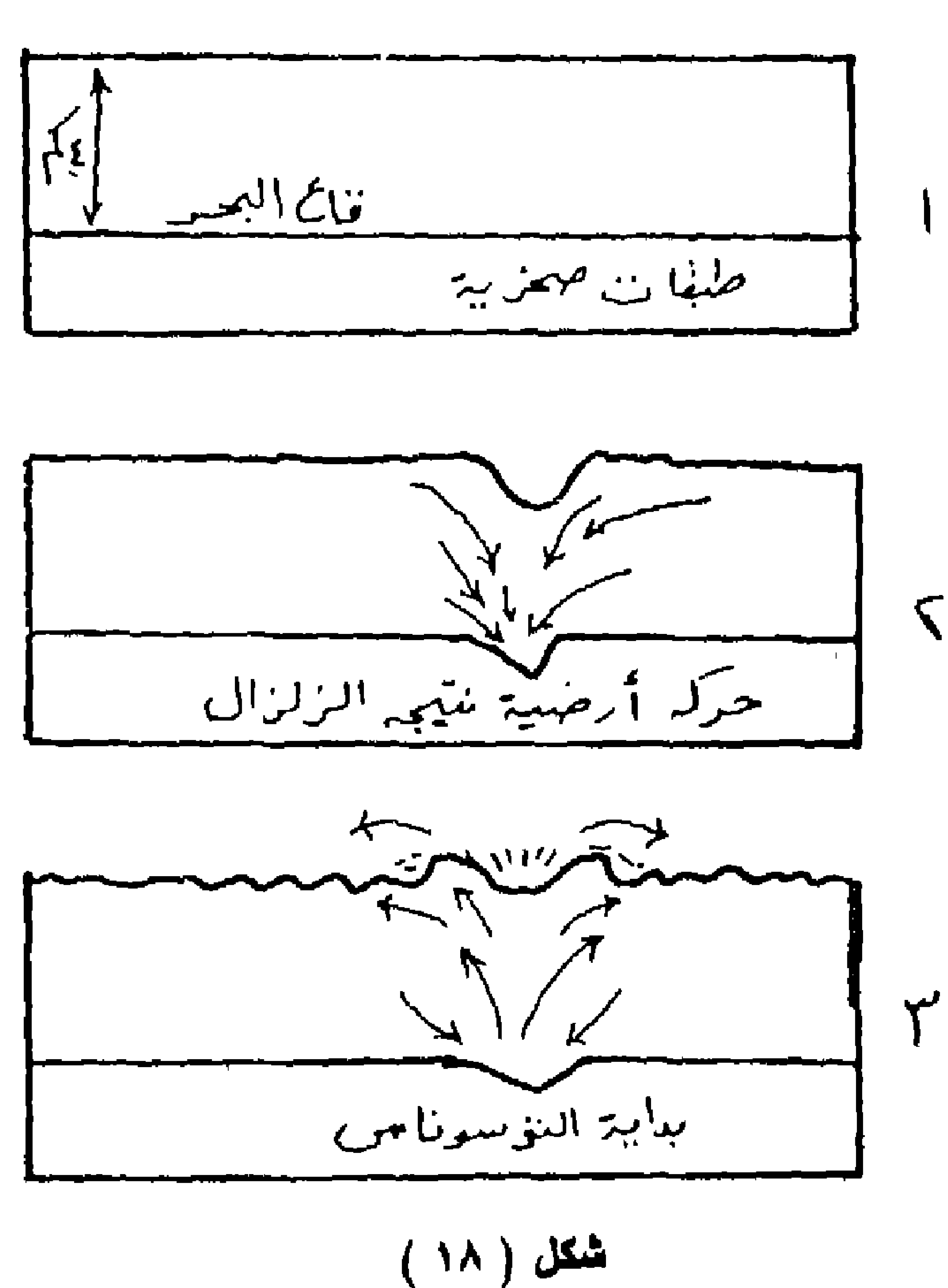
الزلازل تحت سطح البحر

إن الزلازل لا تحدث فقط على القارات ، ولكن تمتد لتؤثر فى قيعان المحيطات ، ويتم تسجيلها كذلك بواسطة المراصد الزلزالية المنتشرة بأنحاء العالم . وتنشأ هذه الزلازل فى مواقع ضعف فى القشرة تحت سطح المحيطات . وإذا ماحدث زلزال على عمق أربعة كيلومترات من سطح البحر ، فإن المياه التى تغطى قاع البحر لابد وأن تتأثر من جراء الحركات الأرضية ، وتتولد موجات بحرية سيزمية تعرف باسم « **التوسونامى** » .

وأى حدث مفاجىء تحت سطح البحر ، ينتج من الازاحة المفاجئة لطبقات قاع البحر وانزلاق الصخور التى عادة ما تصاحبها إنبثاقات بركانية . ويؤدى

هذا إلى إزاحة أحجام ضخمة من مياه المحيط محدثة **التوسونامى** (شكل ١٨) .

ويصعب التعرف على الأمواج المصاحبة « **للتوسونامى** » فى المياه المفتوحة للمحيط ، حيث أن إرتفاع الموج لا يزيد عن متر واحد . ولكن عندما تصل هذه الأمواج إلى الشاطىء فإن الطاقة المبعثرة خلال ٣٠٠٠ متر ، على سبيل المثال ، أو أكثر من المياه العميقة للمحيط تتجمع فى أمتار قليلة من المياه



شكل (١٨)

مراحل تكون التوسونامى الناتج عن زلزال تحت سطح البحر

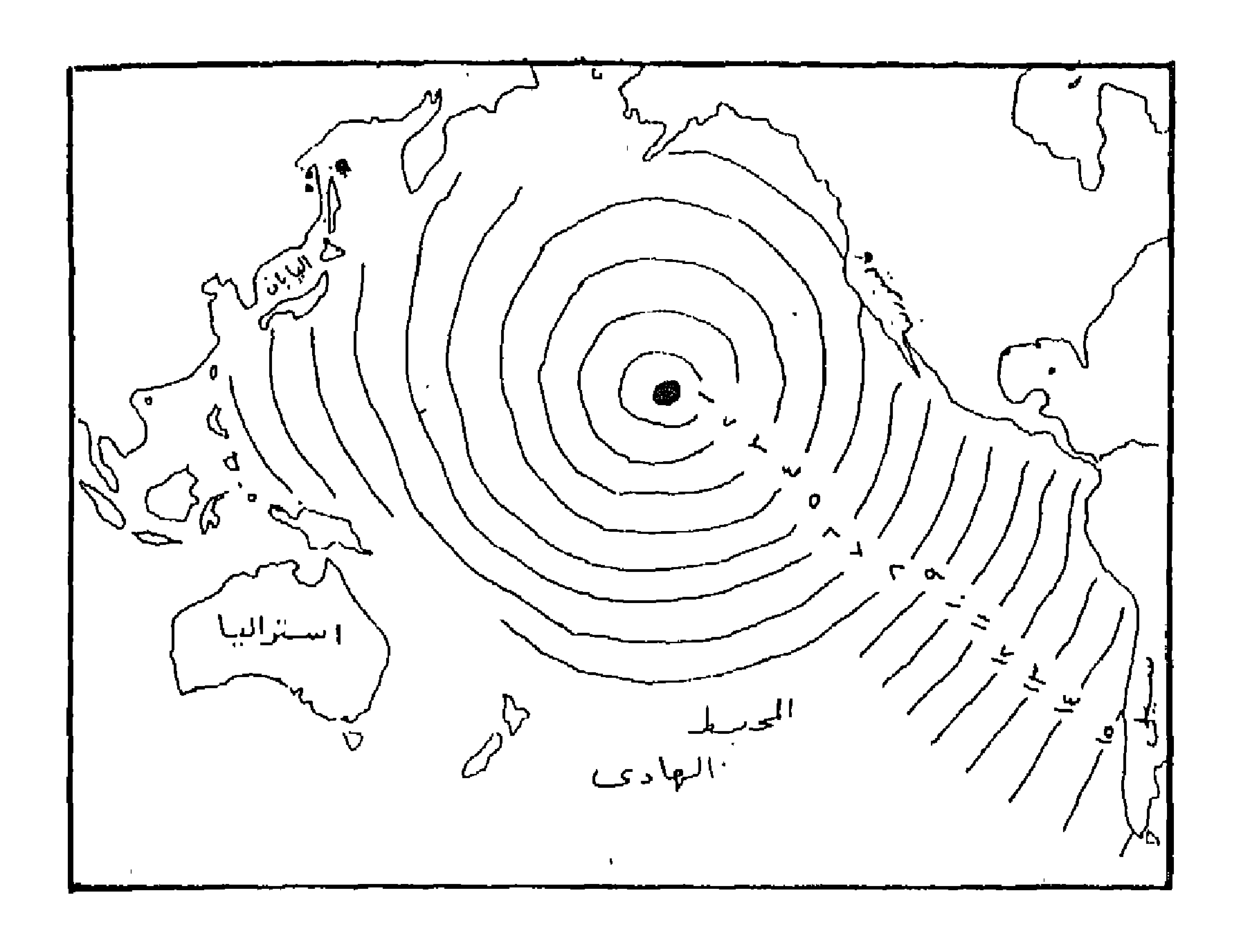
فى الأماكن الضحلة القريبة من الشواطىء ، وينتج عن هذا الخلل غمر الشواطىء بالأمواج المتعاظمة العاتية محدثة دمارا للمبانى والإنشاءات والأهالى .

وعلى العكس من صعوبة التنبؤ بالزلازل ، فإن الهجوم المتوقع « للتوسونامى » على الشواطىء المحيطة بمركز الزلزال ، يمكن معرفته بدقة بالغة وذلك بعد تحديد مركز الزلزال أسفل قاع المحيط ، وبالتالى يمكن تحذير قاطنى هذه الشواطىء . ويتم التعرف على موعد وصول « التوسونامى » لشاطىء معين بواسطة سرعة الأمواج والمسافة التى ستقطعها . ويبين (شكل ١٩) أن « التوسونامى » سيصل شاطىء كاليفورينا بعد خمس ساعات بينما سيصل إلى شاطىء شيلى بعد ١٥ ساعة ، وكذلك يصل إلى اليابان بعد ٨ ساعات .

والجدير بالذكر أن مدينة الاسكندرية تعرضت إلى « توسونامى » نتيجة لزلزال حدث عام ١٣٠٣ م ، وكان مركزه فى مياه البحر الأبيض المتوسط ، ونتج عن ذلك غرق نصف المدينة تحت مياه البحر التى غمرت منازلها وطرقاتها .

الزلازل غير المحسوسة

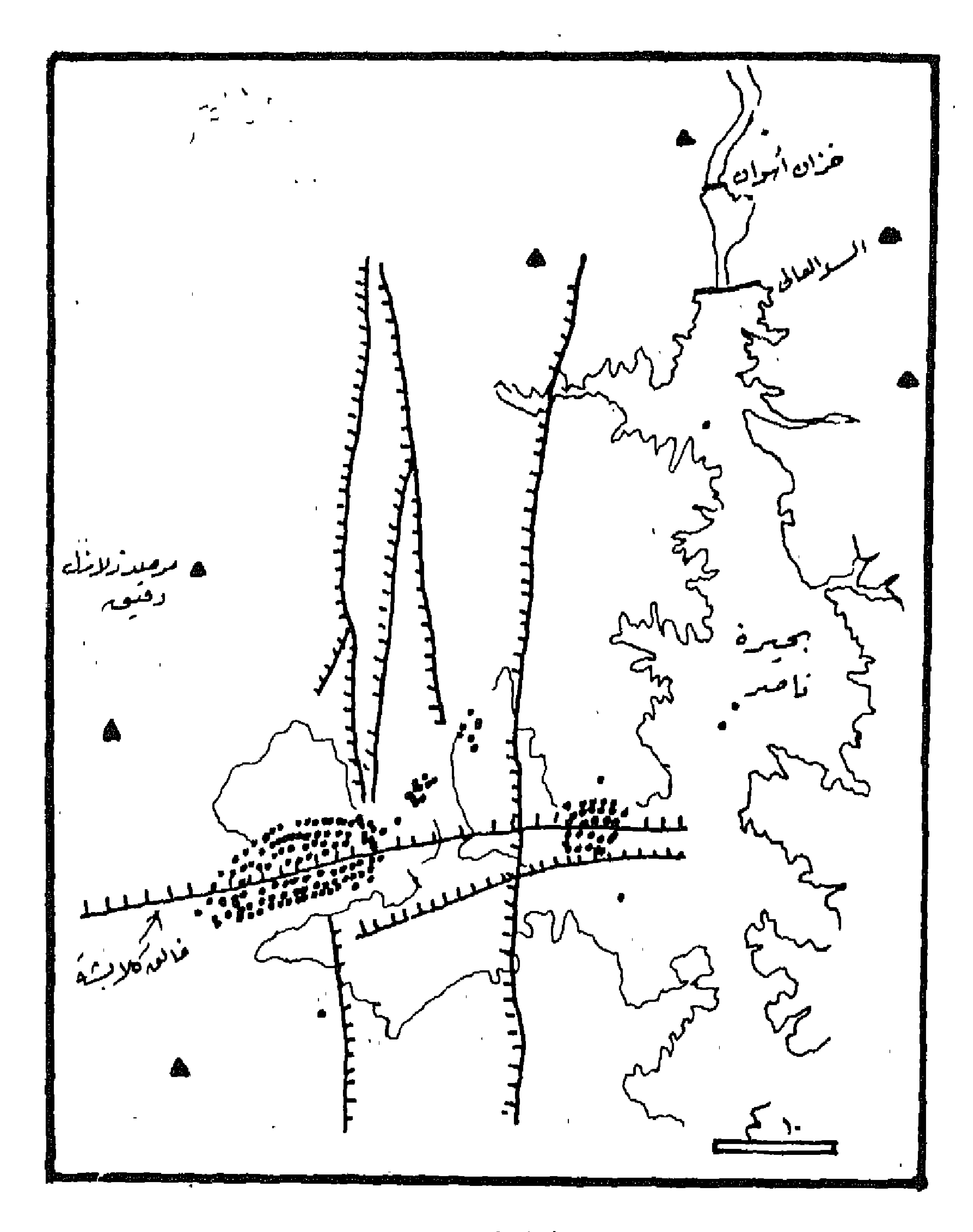
إن الحديث عن أن منطقة ما لايحدث بها نشاط زلزالى بدون علم يمكن أن تترتب عليه اضرار تحدث مستقبلا . فالزلازل كثيراً ما تحدث ، لكن الانسان يشعر بالزلازل فقط عندما يزيد مقدارها على ٤ بمقياس ريختر . وقد يشعر أحياناً أو لايشعر بالزلازل التى يتراوح مقدارها بين ٣ و ٤ بمقياس ريختر أما عن الزلازل التى يقل مقدارها عن ٣ بمقياس ريختر ، فلا يشعر بها الانسان ، ولكن يمكن تسجيلها بواسطة أجهزة متنقلة متطورة . تسمح بتسجيل النشاط الزلزالى لهذه الزلازل غير المحسوسة .



شكل (١٩)

توسونامى فى وسط المحيط الهادى . وتبين الخطوط الدائرية الزمن الذى يستغرقه للوصول إلى الشواطىء بالساعات .

وبعد حدوث زلزال ١٤ نوفمبر ١٩٨١ بمنطقة أسوان وكان مقدار ٥,٦ بمقياس ريختر ، اتخذت الاحتياطات اللازمة لنشر ١٣ محطة لرصد الزلازل الدقيقة غير المحسوسة ، ومعرفة النشاط الزلزالى بمواقع حول السد العالى وبحيرة ناصر . واستمر تسجيل الاهتزازات لعدة شهور ، توصل من خلالها علماء الزلازل إلى حقيقة أن النشاط الزلزالى يتمركز حول فالق يسير فى اتجاه الشرق ـ الغرب ويعرف باسم فالق كلابشه (شكل ٢٠) . ويمتد هذا الفالق



شكل (٢٠)

▫ خريطة تبين مواقع الزلازل الدقيقة وفالق كلابشه الذى كان مركزا لزلزال أسوان عام ١٩٨١ .

لعدة عشرات من الكيلومترات ، ويتقاطع مع فوالق أخرى تتجه من الشمال إلى الجنوب . وهذه الفوالق لا يحدث عليها لحسن الحظ نشاط زلزالى مثلما يحدث على فالق كلابشه . أما النشاط الزلزالى فى قاع بحيرة ناصر فهو قليل جدا .

ولقد عزا بعض الخبراء النشاط الزلزالى على فالق كلابشه ، إلى تأثير المياه التى غمرت ذلك الجزء من بحيرة ناصر الذى يقبع أسفله الفالق قبل سنوات معدودة من حدوث الزلازل التى تميز الآن فالق كلابشه . ومن ثم فإن فالق كلابشه هو مصدر الاهتزازات التى تتعرض لها المنطقة من حين إلى آخر ، إذ تنزلق الصخور على مستوى هذا الفالق محدثة الزلازل التى يتراوح عددها مابين ٥ و ٤٠ هزة يوميا . ويتراوح مقدار معظم هذه الزلازل الدقيقة ، ما بين ٢ و ٣ بمقياس ريختر ولكنه فى بعض الأحيان قد يصل إلى ٤,٤ بمقياس ريختر . ويتراوح عمق مركز الزلازل ما بين ١٠ و ٢٥ كيلو متر . ومن المحتمل أن فالق كلابشه كان نشطا قبل إنشاء السد العالى وامتلاء بحيرة ناصر بالمياه ، ولكن لم تكن الاجهزة متوفرة لمعرفة النشاط الزلزالى لهذا الفالق . وهذه الحقيقة تشير إلى أهمية معرفة النشاط الزلزالى الدقيق لأى موقع يراد استخدامه لاقامة منشآت حيوية .

ومن المناطق الأخرى التى يعرف أن بها نشاطا زلزاليا ، منطقة شمال البحر الأحمر . وقد أمكن رصد نشاط زلزالى دقيق فى منطقة جزيرة **جوبال** عند مدخل خليج السويس وبالقرب من الغردقة . ويصل معدل الاهتزازات فى هذا الموقع إلى ٢٥ هزة فى اليوم ، قد ترتفع إلى ٢٠٠ هزة يوميا وبمقدار يتراوح بين ٠,٧ و ٣,١ بمقياس ريختر . ويقبع مركز هذه الزلازل عند عمق يتراوح بين ٥ و ٢٢ كيلو مترا . كما لوحظ نشاط زلزالى دقيق عند الساحل الجنوبى الغربى لشبه جزيرة سيناء ، وبالاضافة إلى منطقة **أبو دباب** بالقرب من ساحل البحر الأحمر إلى الجنوب من مدينة القصير . والجدير بالذكر أنه

أمكن تسجيل إهتزازات ناتجة عن نشاط زلزالى لجزيرة الأخوين التى تقع إلى الشرق من مدينة القصير وبالقرب من شق البحر الأحمر العميق الذى تحدث عنده حركة الالواح ، حيث تبتعد الجزيرة العربية عن مصر ، وهذا يدل على أن داخل البحر الأحمر نفسه يوجد نشاط زلزالى .

□ □ □

رصد الزلازل والتركيب الداخلى للأرض

إن الزلازل فى حد ذاتها شيء مكروه ، خصوصاً إن حدثت فى منطقة مأهوله بالسكان ومكتظة بالبنايات . وقد قامت المراصد الزلزالية المنتشرة بشتى بقاع العالم بتقديم بيانات فى غاية الأهمية أفادت كثيرا فى معرفة التركيب الداخلى للأرض . ومع إزدياد البيانات الواردة من المراصد ودقتها ، أصبح تفسير التركيب الداخلى للأرض أقرب إلى الصواب منه إلى الخطأ . لقد توصل العلماء إلى قياس نصف قطر الأرض والذى يصل إلى ٦٣٧٨ كيلو متراً عند خط الاستواء من السطح إلى مركز الأرض . أما عن كيفية قياس ذلك فالفضل يرجع فيه إلى تسجيل الزمن الذى تستغرقه الموجات الزلزالية الضاغطة (P) التى تسير فى المواد الصلبة والسائلة والغازية للوصول إلى المرصد مخترقة الغطاء ولب الأرض إلى الناحية المقابلة من موقع الزلزال على الكرة الأرضية . إن الزمن له علاقة مباشرة مع المسافة ، ويحدث أن تخترق هذه الموجات لب الأرض المختلف فى التركيب عن الغطاء مما يؤثر على سرعة هذه الموجات ، وبالتالى على الزمن المتوقع لوصول هذه الموجات (شكل ١٧) ، ومن ثم استنتج العلماء أن لب الأرض له كثافة نوعية أكبر من الكثافة النوعية للغطاء ، وبالتالى أثقل من الغطاء . وعليه تم استنتاج أن مكونات لب الأرض عبارة عن حديد مع قليل من النيكل .

الشيء الآخر الذى تم استنتاجه من الموجات المعوجة الثانوية (S) ، وهى تسير ببطء عن الموجات السابقة (P) ولا تخترق السوائل . وبالتالى فإن

الموجات (S) التى تخترق الغطاء تصل إلى المراصد المنتشره بالقرب من مركز الزلزال . ولكن لا تصل هذه الموجات إلى المراصد التى توجد على الجهة المقابلة لمركز الزلزال ، حيث لابد وأن تخترق لب الأرض حتى تصل إلى هذه المراصد . وقد لاحظ العلماء أنه عند تسجيل الزلازل على الجهة المقابلة من مركز الزلزال لا تصل الموجات (S) . وعزى هذا التصرف لهذه الموجات بأن داخل لب الأرض توجد مادة فى حالة سائلة ، وهى التى تمتص هذه الموجات ولا تسمح لها بالانتقال مرة ثانية . أى أن جزءا من اللب ، وهو الجزء الخارجى ، يتكون من مادة مسالة يعتقد أنها الحديد فى حالة سائلة يحيط بحديد فى حالة متصلدة فى الجزء الداخلى للب الأرض .

التفجيرات النووية والزلازل

إن اجراء التجارب النووية تحت سطح الأرض ليس سراً . حيث يتم رصد أى تجربة نووية بصورة دقيقة ومعرفة قدر هذه الشحنة النووية بالتفصيل . ولذلك فإن اجراء هذه التجارب تتولد عنها طاقة هائلة تسرى فى الصخور المحيطة بمركز التجربة النووية . فإلى أين يكون مصير هذه الطاقة ؟ إن المتوقع فعلاً هو أن تختزن هذه الطاقة بواسطة الصخور المحيطة بالموقع إلى حين . وعندما تصل إلى حد معين ، تنطلق هذه الطاقة الكامنة من الصخور مولدة زلزالا من صنع الانسان وبواسطة التفجيرات النووية .

ومثلما يحدث فى زلازل السدود والتى يكون لها أثر محلى فقط فإن زلازل التفجيرات النووية يعتقد أن لها نفس التأثير كذلك .

ويتم التعرف على اجراء تجربة نووية فى بلد ما بواسطة تسجيل مركز زلزالى فى هذا البلد بواسطة المراصد المنتشرة بالعالم ومعرفة مقداره . وعادة مايتم اجراء هذه التجارب فى أماكن نائية بعيداً عن الأماكن المكتظة بالسكان ، ولا يعلن عنه ، ولكن تسجله أجهزة تحوى سيزموجرافات دقيقة جدا ومجهزة بمواصفات تلتقط صدى هذه التفجيرات النووية .

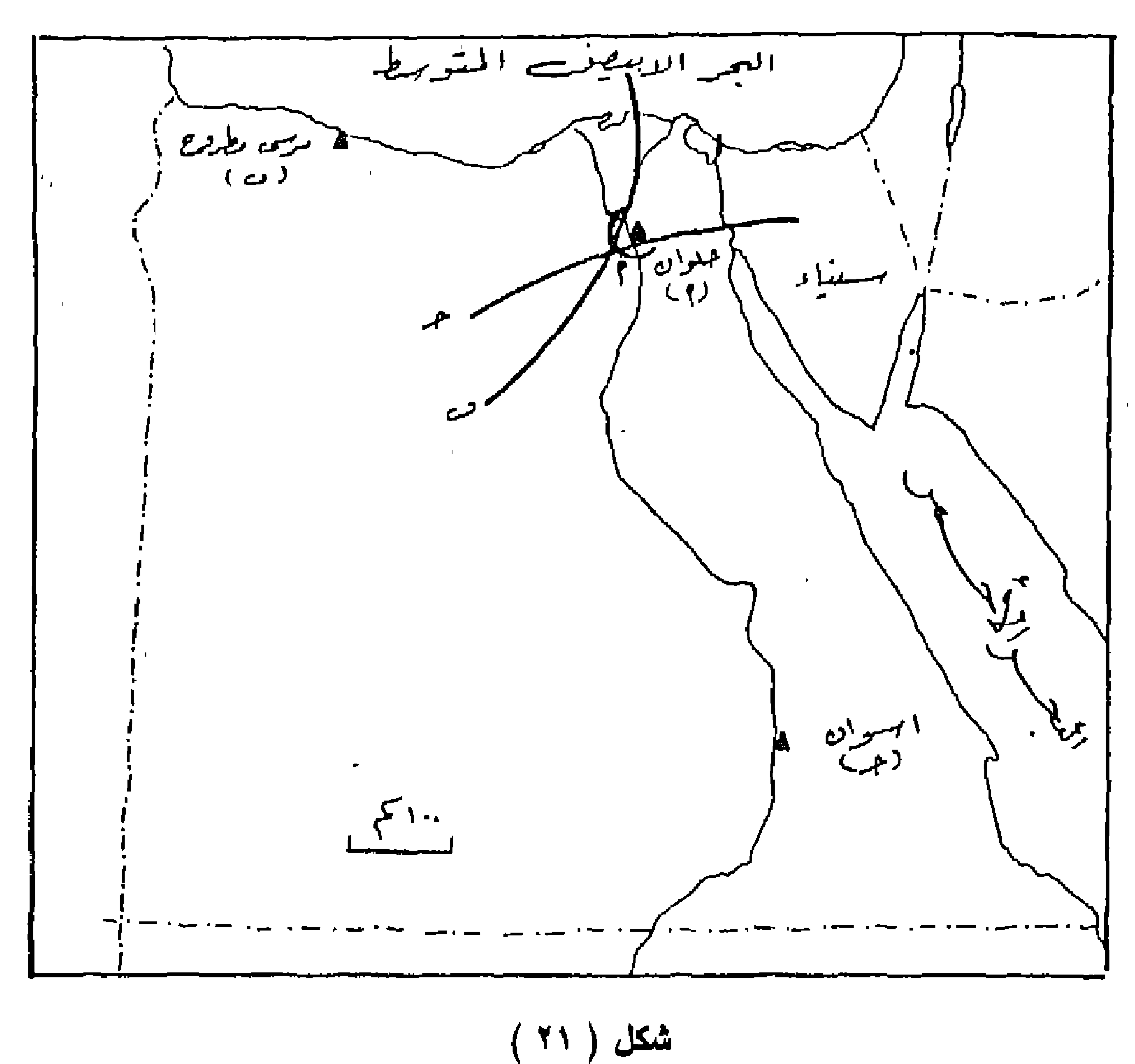
ولاشك أن أى بلد يقوم بإجراء تجارب نووية ، يضع المراصد حول موقع التفجير لرصد الهزات غير المحسوسة لفترة من الزمن بعد إجراء التجربة ،

لضمان أن لا تصبح المنطقة غير آمنة زلزاليا . وعادة ما يكون من غير المتوقع استخدام هذه المواقع لاستخراج ثروات طبيعية مثلا ، مثل البترول ، أو إقامة منشآت صناعية أو إقامة تجمعات سكنية وبالتالى فهى أراضى مستغنى عنها وتخصص لاجراء هذه التجارب .

□ □ □

كيف يتم تحديد مركز الزلزال ؟

إن تحديد مركز الزلزال أمر هام جدا ، بالنسبة لوضع خريطة الأمان الزلزالي لأى بلد . ولذلك فإن بلدا ما يوجد به مرصد واحد فقط ، لايقدر على أن يحدد مركز زلزال يقع داخل حدوده . ولذلك فإن الاستعانة بالرصد خارج حدود أى بلد ، أمر لابد منه . ولذلك فإن التعاون قائم بين بلاد العالم المختلفة بشأن تبادل المعلومات والبيانات الزلزالية لأى زلزال فور حدوثه ، حتى يمكن تحديد مركز الزلزال ، ومن ثم مراقبة هذا المركز مراقبة لصيقة ، وتسجيل تكرارية حدوث زلازل بنفس المركز ، حتى يصبح فى الامكان تحديد ما إذا كان هذا المركز منطقة غير آمنة أو آمنة زلزاليا . وتستطيع شبكة رصد الزلازل بالعالم تحديد مقدار ومركز أى زلزال وخصوصاً الزلازل الخطرة . ونسوق هنا مثال يوم ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ ، حيث أنه فور حدوثه أمكن للمراصد المصرية والأجنبية تحديد مركزه فى جنوب شرق القاهرة . والطريقة المتبعة هى الاستعانة بثلاث مراصد على الأقل بحيث يتم رسم دوائر حول المراصد الثلاث . وتمثل نقطة التقاء الدوائر الثلاث مركز الزلزال . ومن (شكل ٢١) يتضح أن الدائرة حول مرصد حلوان صغيرة نظرا لقرب حلوان من مركز الزلزال ، وتكون الدائرة أكبر حول مرصد مرسى مطروح ، وأكبر بكثير حول مرصد أسوان . وبالتالى يتضح أن مرصد حلوان هو أول من سجل الهزة نظراً لقربه ولوصول الموجات اليه بسرعة كبيرة جداً . وعند تحليل هذه البيانات اتضح أنه يبعد عن حلوان بكيلومترات قليلة ولكن مركزه يقع فى مكان



شكل (٢١)

▫ طريقة تحديد مركز الزلازل . ممثلة بزلزال يوم ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ .

ما من محيط الدائرة (أ) ، وانه ربما يكون إلى الشمال أو الجنوب أو الشرق أو الغرب من حلوان . أى أن رصد زلزال بمرصد واحد غير كاف ولايمكن بواسطته تحديد مركز الزلزال . وكان ثانى مرصد بمصر يسجل الهزة هو مرصد مرسى مطروح . وحللت البيانات من السيزموجرام ، وتبين منها أنه يقع فى محيط الدائرة (ب) وعند تقاطعها مع الدائرة (أ) . وعندئذ أصبح هناك موقعان إما الموقع الشمالى الغربى من حلوان أو الجنوب الغربى منها .

وبعد فترة وجيزة تم تسجيل الهزة بمرصد أسوان ورسمت الدائرة التى بينت بعد الزلزال عن أسوان . وعند نقطة التقاء الدوائر الثلاث يكون مركز الزلزال . وإذا نظرنا إلى ماهو موقع على شكل (٢١) فى شكل مجسم ، حيث أن الزلزال يحدث تحت سطح الأرض ، فإن التقاء الدوائر الثلاث داخل الأرض يبين العمق الذى إنبثق منه الزلزال ، وبالتالى يمكن تحديد الفالق الذى تسببت الحركة عليه فى إحداث الاهتزازات الناجمة عنه . وفى حالة زلزال يوم ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ تم تحديد عمق ٢٥ كيلو مترا لمركز الزلزال ، وموقع الزلزال عند خط طول ٣١,١° ، وخط عرض ٢٩,٨° ، والجدير بالذكر أن هذا المركز يقترب كثيرا من مركز زلزال عام ١٩٢٠ م (خط طول ٣١° ، وخط عرض ٢٩,٤°) ، وزلزال عام ١٨٤٧ م ، (خط طول ٣٠,٥° وخط عرض ٢٩,٥°) .

الفصل الثانى

مصر والزلازل

لمــاذا القاهرة ؟

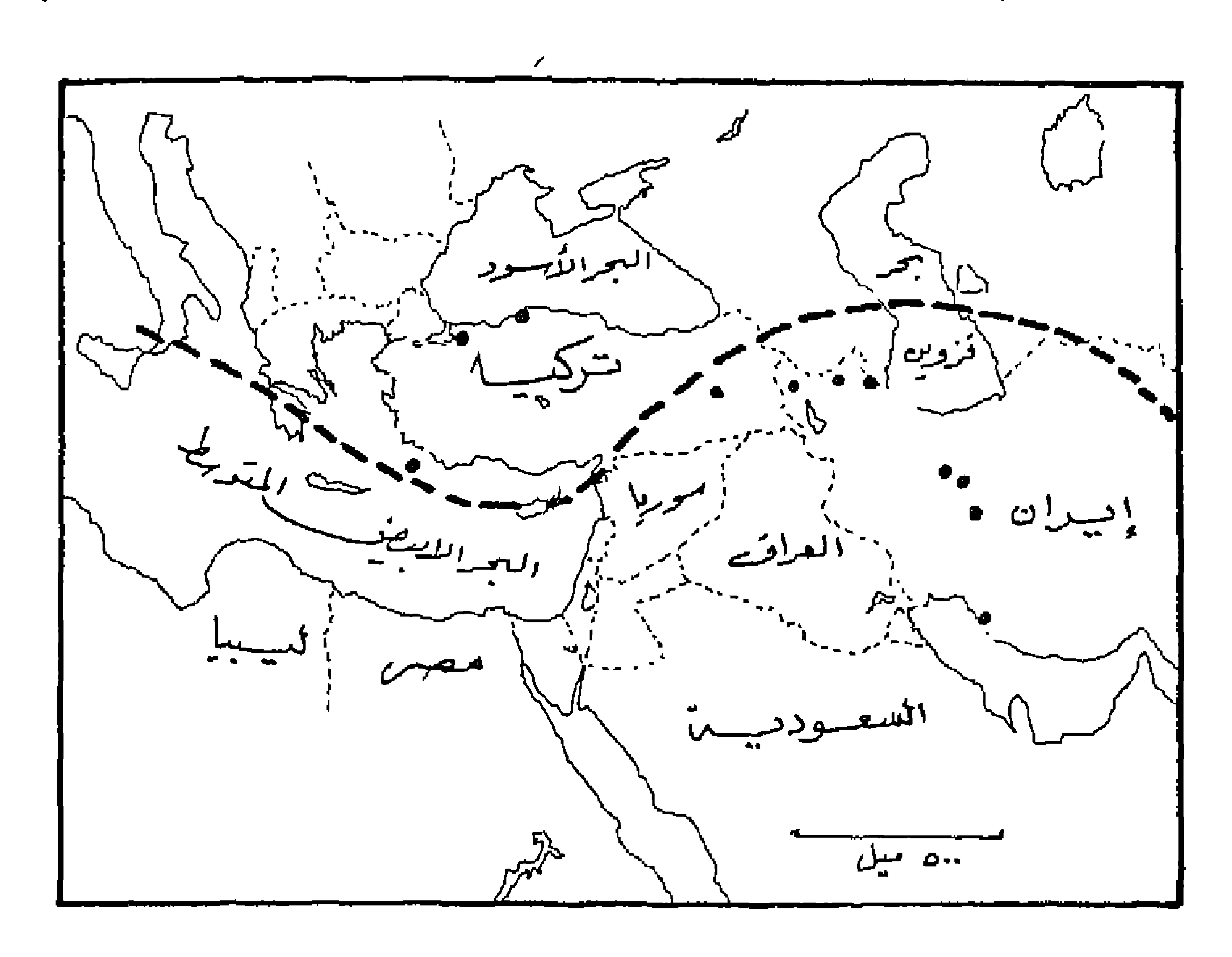
إن ما حدث فى مصر اخيرا آثار فضول الناس إلى التعرف على الزلازل وأضرارها ولماذا أصاب الزلزال مصر والقاهرة بالذات وهى المدينة المكتظة بالمساكن والسكان . وماذا عن المستقبل ، ولذلك فإنه يجب أن نتعرف على النشاط الزلزالى فى مصر وعلى الاحداث الجسام التى تعرضت لها ، ويكون تفسيرنا لهذه الظاهرة تفسيرا علميا منطقيا ، لاينبنى على خرافات وتكهنات لا أساس لها من الصحة تماماً . فلقد كثر القول أن البراكين قادمة ، بل حدثت حول منطقة الفيوم . وهناك من قال أن سطح بحيرة قارون أنخفض ١٠ أمتار عن مستواها قبل زلزال دهشور الأخير وأن « الينابيع » تفجرت فى مواقع عديدة .

إن من واجبنا أن نتعرف على موضع مصر بالنسبة لاحزمة الزلازل ، والنشاط الزلزالى بمصر ، تاريخ الزلازل بمصر ، زلزال دهشور ١٩٩٢ ، السد العالى والزلازل ، واحتمالات حدوث زلازل لو أستغل منخفض القطارة .

□ □ □

موقع مصر بالنسبة لأحزمة الزلازل

يتضح مما سبق أن مصر لا تقع ضمن أى من أحزمة الزلازل بالعالم .
وأقرب حزام للزلازل لمصر هو محور الأخطار الزلزالية القصوى الذى يمر



شكل (٢٢)

محور الأخطار الزلزالية القصوى لمنطقة شرق البحر الأبيض المتوسط وإيران (الخط السميك المتقطع) وتبين النقاط السوداء مواقع الزلازل الشديدة .

بجزيرة قبرص وبشمال البحر الأبيض المتوسط . وهو فى الواقع يبين موقع انزلاق اللوح الأفريقى تحت اللوح الأوراشى . وبقول أخر فإن مصر تبعد حوالى٧٠٠ كم إلى الجنوب من هذا المحور (شكل ٢٢) . إلا أن الركون إلى القول بأن مصر آمنة زلزاليا قد يضر بها ، حيث جرت العادة على نفى إمكان حدوث زلازل بمصر . فى حين أن مصر تتعرض لزلازل تحدث عند حدود الالواح وتمر بخليج العقبة ، وفى منتصف البحر الأحمر ، ولكن مقدار هذه الزلازل التى تقع فى تلك المواقع غير مدمر . أما داخل مصر ، فإن الفوالق يمكنها أن تتحرك إذا ما وجدت السبيل إلى ذلك ، وخصوصا إذا كان ذلك بفعل الانسان مثلما حدث محليا فى أسوان عام ١٩٨١ عندما تحرك فالق كلابشه محدثا زلزالا ، وكان لذلك علاقة ببحيرة ناصر .

□ □ □

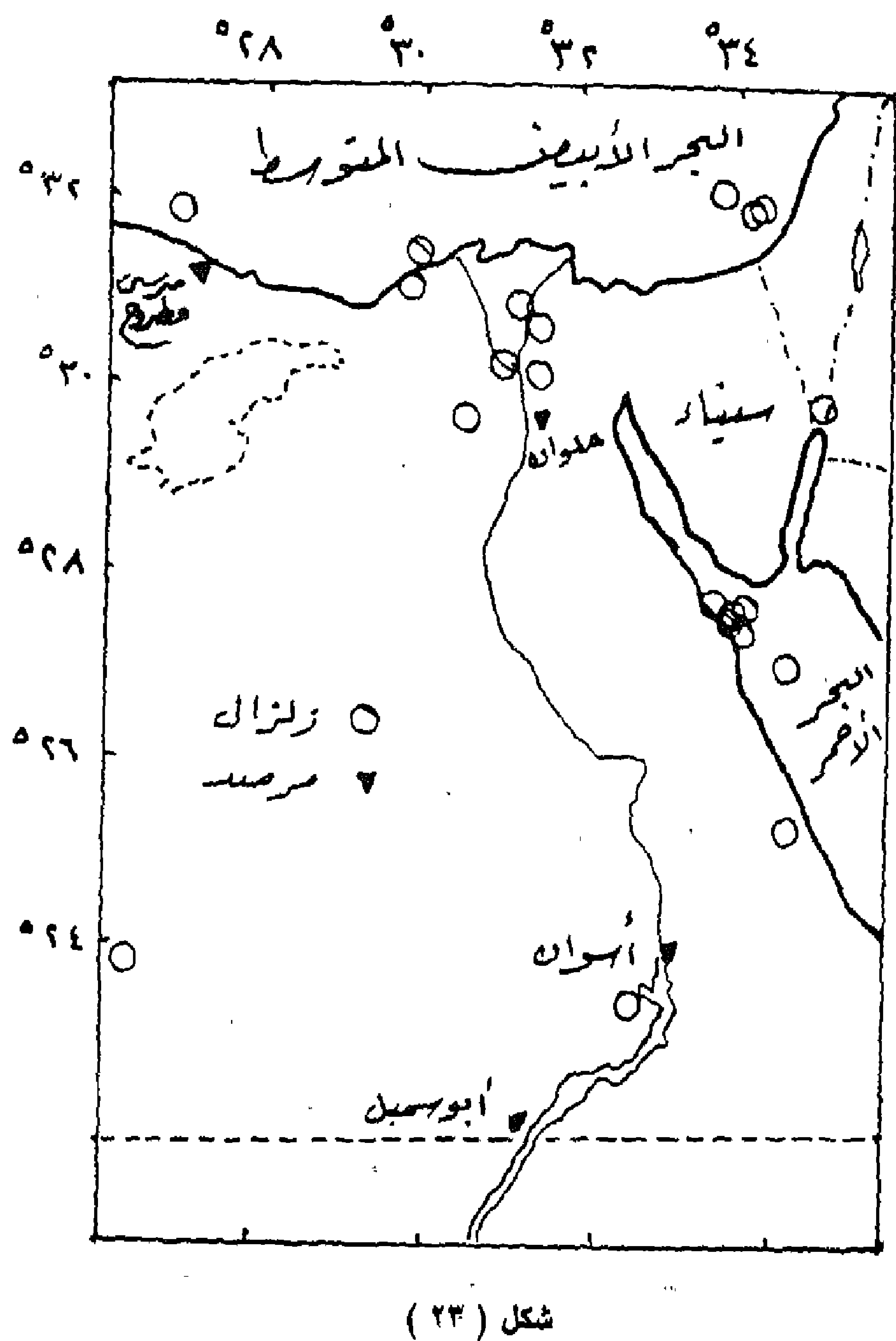
النشاط الزلزالى فى مصر

من قراءة التاريخ الزلزالى لمصر وما وصف فى السجلات القديمة والحديثة ، يتضح أن مصر ، حدثت بها زلازل ضعيفة إلى متوسطة التأثير . وقد دونت الزلازل التى لها تأثير على الحياة فى مصر فى السجلات ولم يلتفت إلى الزلازل الأخرى .

ومع بداية هذا القرن بدأ الاهتمام بتسجيل النشاط الزلزالى فى مصر يتزايد ، وبالتالى تراكمت البيانات فى انتظار تحليلها . ويبين شكل ٢٣ وشكل ٢٤ مواقع النقاط السطحية لمراكز الزلازال الشديدة والمتوسطة ومواقع النقاط السطحية لمراكز الزلازل الضعيفة فى مصر .

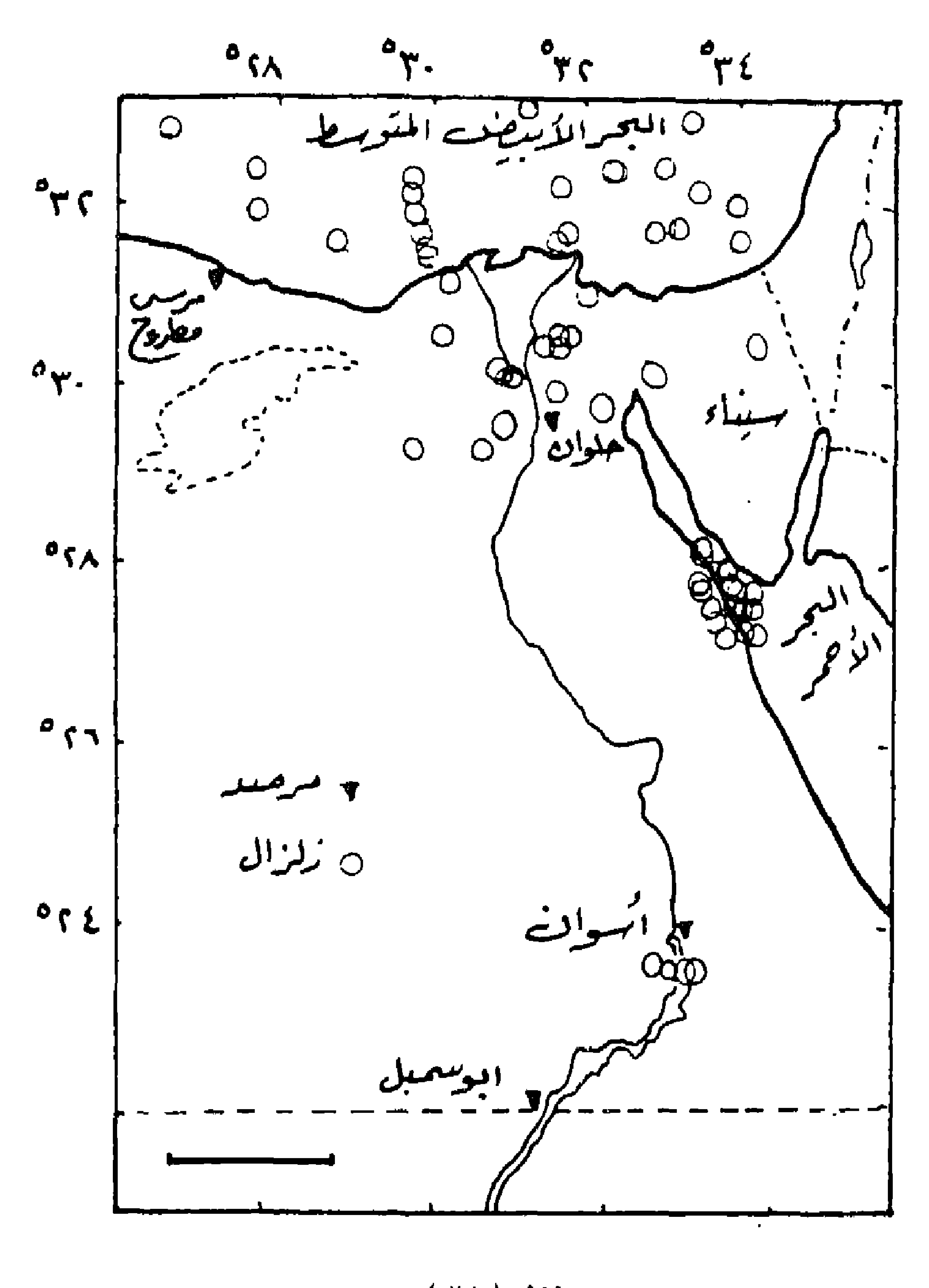
ويتضح أن أكثر المواقع عرضة لنشاط زلزالى هى الدلتا وساحل البحر الأبيض المتوسط ومدخل خليج السويس عند التقائه بالبحر الأحمر ومنطقة أسوان . واعداد خريطة للأمان الزلزالى أمر هام بالنسبة لمصر .

□ □ □



شكل (٢٣)

مواقع النقاط السطحية لمراكز الزلازل الشديدة والمتوسطة بمصر .



شكل (٢٤)

مواقع النقاط السطحية لمراكز الزلازل الضعيفة .

تاريخ الزلازل فى مصر

لم تغفل مصر الحضارة تسجيل الكوارث التى مرت بها . وبتتبع ما كتب منذ خمسة آلاف عام عن الزلازل ، يلاحظ أن مصر لم تتعرض لزلازل مدمرة ، ولكن تعرضت لزلازل متوسطة وقوية تهدمت من جرائها بعض المباني أو قتل عشرات من الأهالى . والاهتزازات التى تعرضت لها مصر قبل أن يتم تشييد مرصد حلوان منذ عام ١٨٩٩ م ربما يكون مركزها واقعا خارج حدود مصر . ولذلك فإن السجل القديم يذكر ما حدث داخل الحدود وتأثر مصر من زلازل يقع مركزها خارج الحدود .

ويحتوى سجل الزلازل بمصر على :

زلازل قبل الميلاد :

- **زلزال الشرقية :** (عام ٢٨٠٠ قبل الميلاد)
أحدث هذا الزلزال شقوقا من التربة فى **تل بسطا** ويحتمل أن شده الزلزال كانت ٧ على مقياس ميركالى .

- **زلزال أبو سمبل (عام ١٢١٠ قبل الميلاد)** : أحدث هذا الزلزال الذى حدث فى جنوب أسوان شقوقا وتلفيات فى تمثال رمسيس الثانى فى

أبو سمبل ، ويحتمل أن شدته كانت في حدود ٦ على مقياس ميركالى المعدل .

- **زلزال واحة سيوة (عام ٢٢١ قبل الميلاد)** : تأثرت به واحة سيوة . ويعتقد أنه كان مرتبطا بزلزال حدث فى ايطاليا (شدته فى حدود ١٠ على مقياس ميركالى) ووصل إلى الواحة بشدة حوالى ٧ . وقد تأثرت به كذلك بعض المواقع فى ليبيا .

- **زلزال طيبة (عام ٢٧ قبل الميلاد)** : زلزال شديد جدا ، أتى على كل القرى حول طيبة (الأقصر) ما عدا أربع قرى فقط .

زلازل بعد الميلاد :

- **زلزال عام ٧١٣ م** : حدثت زلزلة عظيمة فى مصر وهدمت مدن كثيرة ومات أهلها تحت الردم وغرقت فى البحر مراكب كثيرة .

- **زلزال ١٦ مارس ٧٩٦ م** : حدثت بمصر زلزلة شديده سقط نتيجتها **رأس منارة الأسكندرية** .

- **زلزال ٣٠ ديسمبر ٨٥٩ م** : زلزلت مصر وسمع فيها أهل **تنيس** (بالقرب من بورسعيد) ضجة دائمة هائلة فمات منها خلق كثير وحدثت زلازل ورجفات شديدة فى بلاد المغرب والشام والعراق .

- **زلزال ١٢ أغسطس ٨٨٠ م** : حدثت زلزلة عظيمة بالشام ومصر وبلاد الجزيرة وأفريقيا والأندلس وكان قبلها هزة عظيمة قوية .

- **زلزال ١٣ نوفمبر ٨٨٠ م** : وفيها زلزلت مصر زلزلة أخربت الدور والمسجد الجامع وأحصى فى يوم واحد الف جنازة .

- **زلزال ٢٨ مايو ٨٨٧ م** : زلزلت مصر وهدمت أكثر عماراتها وأهلكت خلقا ، ولم يعهد ذلك من قبل .

- **زلزال ١٤ نوفمبر ٨٩٩ م** : رجفة من منتصف الليل حتى الصباح وكانت الشهب بالسماء تنتقل شرقا وغربا وشمالا وجنوبا .
- **زلزال ١ ديسمبر ٩٣٤ م** : زلزلة عظيمة .
- **زلزال ١٩ يونيو ٩٥٠ م** : زلزلة عظيمة بمصر ومات فيها خلق عظيمة وأنهدمت دور كثيرة وبعض المساجد .
- **زلزال ١٥ يوليو ٩٥١ م** : زلازل على مدار ثلاث أيام خسفت بعض القرى وهلك من كان فيها وخرج أهل مصر إلى الصحراء ومكثت الزلازل لمدة ٦ أشهر .
- **زلزال ١٩ سبتمبر ٩٥٥ م** : زلزلت مصر زلزلة صعبة وهدمت البيوت ودامت ثلاث ساعات وفزع الناس إلى الله بالدعاء .
- **زلزال ٨ مايو ٩٦٣ م** : حدثت زلزلة بمصر وصاحبها دوى عظيم واحمرت الشمس .
- **زلزال ٣ مايو ٩٧٨ م** : كانت الزلزلة بمصر وكذلك بالموصل (بالعراق) وهدمت دور كثيرة فى الاقليمين .
- **زلزال ٢٦ نوفمبر ١٠٣٣ م** : كثرت الزلازل بمصر والشام فهدمت شيئا كثيرا ومات تحت الردم خلق كثير .
- **زلزال العقبة ١٠٦٨ م** : تأثرت به منطقة خليج السويس وتحطم مسجد بالقاهرة .
- **زلزال ٢٣ ابريل ١١١٨ م** : زلزلة عظيمة بمصر .
- **زلزال ٩ يونيو ١١٨٥ م** : زلزلة فى مصر وكذلك فى بعلبك (بلبنان)
- **زلزال ٦ ديسمبر ١١٩٥ م** : زلزال بالجزيرة العربية تأثرت به مصر .

- **زلزال ٧ مايو ١٢٠١ م** : أتت الزلزلة من الصعيد فعمت الدنيا فى ساعة واحدة وهدمت بنيان مصر حتى عُدم تحت الهدم عالم عظيمة ثم وصلت بالشام والساحل وهدمت نابلس .
- **زلزال ١٠ سبتمبر ١٢٠٣ م** : زلزلة عظيمة عمت مصر والشام والجزيرة وبلاد الروم وصقلية وقبرص ووصلت إلى الموصل والعراق وغيرها وخرب سور مدينة صور (بلبنان) .
- **زلزال ٢٢ ديسمبر ١٢٥٨ م** : كثرت الزلازل بأرض مصر .
- **زلزال ٢٦ نوفمبر ١٢٦١ م** : زلزلت مصر .
- **زلزال ٢ ديسمبر ١٢٩٣ م** : زلزلة أثرت فى سائر مصر حتى أن بعض أعمدة جامع عمرو انفصل بعضها عن بعض وكان أخف مما حدث فى جامع القاهرة .
- **زلزال ٩ أغسطس ١٣٠٣ م** : يعرف باسم **زلزال البحر الأبيض المتوسط** وهو من الزلازل القوية التى تعرضت لها مصر واستمر لمدة ١٥ دقيقة بالقاهرة وانهارت جزئيا بعض الكنائس والمساجد من بينها جامع عمرو بن العاص ، وتأثرت مناطق مختلفة بوادى النيل حتى مدينة قوص . ونظرا لأن مركز الزلزال كان يقع فى قاع البحر الأبيض المتوسط فقد نجم عنه تكون موجات بحرية مدمرة « توسونامى » غمرت معظم طرقات ومبانى مدينة الاسكندرية . وتحطم فنار الاسكندرية الشهير الذى كان إرتفاعه حوالى ١٢٠ مترا . ونظرا لأهمية هذا الزلزال فان الوصف التفصيلى هنا للسيوطى نقلا عن مقال للدكتور عبد الله يوسف الغنيم بجريدة الأهرام بتاريخ ١٩٩٢/١٠/٩ .

أغسطس (١٣٠٣ م) : « لما كان يوم الخميس الثالث والعشرين من شهر ذى الحجة قبل طلوع الشمس زلزلت الأرض زلزالا شديدا لم يعهد بمصر

مثلها من قبل ، ثم امتدت فى جميع البلاد بالشام ومصر ، وأقامت تهتز تقدير ربع ساعة فلكية ، وكان لها دوى كدوى الرعد وسمع للحيطان قعقعة وللسقوف أصوات شديدة ، وصار الماشى يميل والراكب يسقط حتى تخيل الناس أن السماء انطبقت على الأرض فخرجوا فى الطرقات رجالا ونساء ، قد أعجلهم الخوف والفزع عن ستر النساء وجوههن ، واشتد الصراخ وعظم الضجيج والعويل ، وتساقطت الدور وتشققت الجدران وتهدمت مآذن الجوامع والمدارس ، ووضع كثير من النساء الحوامل ما فى بطونهن ، وخرجت رياح عاصفة ، ففاض ماء النيل حتى القى المراكب التى كانت بالشاطىء قدر رمية سهم ، وعاد الماء عنها فصارت على اليبس وتقطعت مراسيها ، واقتلع الريح المراكب السائرة فى وسط الماء ، وحدفها إلى الشاطىء .

وفقد للناس من الأموال شيء كثير ، فإنهم لما خرجوا من دورهم تركوها من غير أن يعوا على شيء مما فيها ، فدخلها أهل الدعارة واخذوا ما أحبوا ، وصار الناس إلى خارج القاهرة ، وبات أكثرهم خارج باب البحر ، ونصبوا الخيم من بولاق إلى الروضة ، ولم تكد دار بالقاهرة ومصر تسلم من الهدم أو تشعث بعضها ، وسقطت الزروب التى بأعلى الدور ، ولم تبق دار إلا وعلى بابها التراب والطوب ونحوه ، وبات الناس ليلة الجمعة بالجوامع والمساجد ، يدعون الله إلى وقت صلاة الجمعة .

وتواترت الاخبار من الغربية بسقوط جميع دور مدينة **سخا** حتى لم يبق بها جدار قائم وصارت كوما ، وأن ضيعتين بالشرقية خربتا حتى صارتا كوما ، وقدم الخبر من الاسكندرية بأن المنار انشق وسقط من أعلاه نحو الاربعين شرفة ، وأن البحر هاج وألقى الريح العاصف موجه حتى وصل باب البحر وصعد بالمراكب الافرنجية على البر ، وسقط جانب كبير من السور ، وهلك خلق كثير .

وقد جاء الخبر من الوجه القبلى بأن فى اليوم المذكور هبّت ريح سوداء

مظلمة حتى لم ير أحد أحدا قدر ساعة ، ثم ماجت الأرض وتشققت وظهر من تحتها رمل أبيض ، وفى بعض المواضع رمل أحمر ، وكشط الريح مواضع من الأرض فظهرت عمائر قد ركبها السافى ، وخربت مدينة قوص وأن رجلا كان يحلب بقرة فارتفع فى وقت الزلزلة وبيده المحلب ، وارتفعت البقرة حتى سكنت الزلزلة ، ثم انحط إلى مكانه من غير أن يتبدد شيء من اللبن الذى فى المحلب ، وقدم الخبر من البحيرة أن دمنهور الوحش لم يبق بها بيت عامر .

وخرب من المواضع المشهورة جامع عمرو بن العاص بمصر ، فالتزم الأمير سلار النائب بعمارته ، وخرجت أكثر سوارى الجامع الحاكمى بالقاهرة وسقطت مئذنتاه ، فالتزم الأمير بيبرس الجاشنكير بعمارته . وخرب الجامع الأزهر ، فالتزم الأمير سلار بعمارته أيضا وشاركه فيه الأمير سنقر الأعسر ، وخرب جامع الصالح خارج باب زويلة فعمر من الخاص السلطانى ، وتولى عمارته الأمير علم الدين سنجر .

وخربت مئذنة المنصورية ، فعمرت من الوقف على يد الأمير سيف الدين كهرداش الزراق ، وسقطت مئذنة جامع الفاكهين ، وكتب بعمارة ما تهدم بالاسكندرية ، فوجد قد أنهدم من السور ست وأربعون بدنة وسبعة عشر برجا فعمرت .

وقدم البريد من **صفد** أنه فى يوم الزلزلة سقط جانب كبير من قلعة صفد وأن البحر من جهة عكا انحسر قدر فرسخين وانتقل عن موضعه إلى البر ، فظهر فى موضع الماء أشياء كثيرة فى قعر البحر من أصناف التجارة ، وتشققت جدار جامع بنى أمية بدمشق .

واستمرت الزلزلة خمس درج ، إلا أن الأرض أقامت عشرين يوما ترجف بهم ، وهلك تحت الردم خلائق لا تحصى ، وكان الزمن صيفا ، فتوالى

بعد ذلك سموم شديدة الحر عدة أيام ، واشتغل الناس بالقاهرة ومصر مدة فى رم ما تشعث وبنى ماهدم ، وغلت أصناف العمارة لكثرة طلبها ، فإن القاهرة ومصر صارت بحيث إذا رآها الإنسان يتخيل أن العدو أغار عليها وخربها ، فكان فى ذلك لطف من الله بعباده ، فأنهم رجعوا عن بعض ما كانوا عليه من اللهو والفساد أيام الزينة ، وفيهم من أقلع عن ذلك لكثرة توارد الأخبار من بلاد الفرنج وسائر الأقطار بما كان من هذه الزلزلة .

واتفق فيها من الأمر العجيب أنه عندما نبشت دكان لبان مما سقط فى الزلزلة ، فإذا اخشابها قد تصلبت على اللبان وهو حى وعنده جرة لبن يتقوت منها عدة أيام ، فأخرج حيا ، لم يمسه سوء .

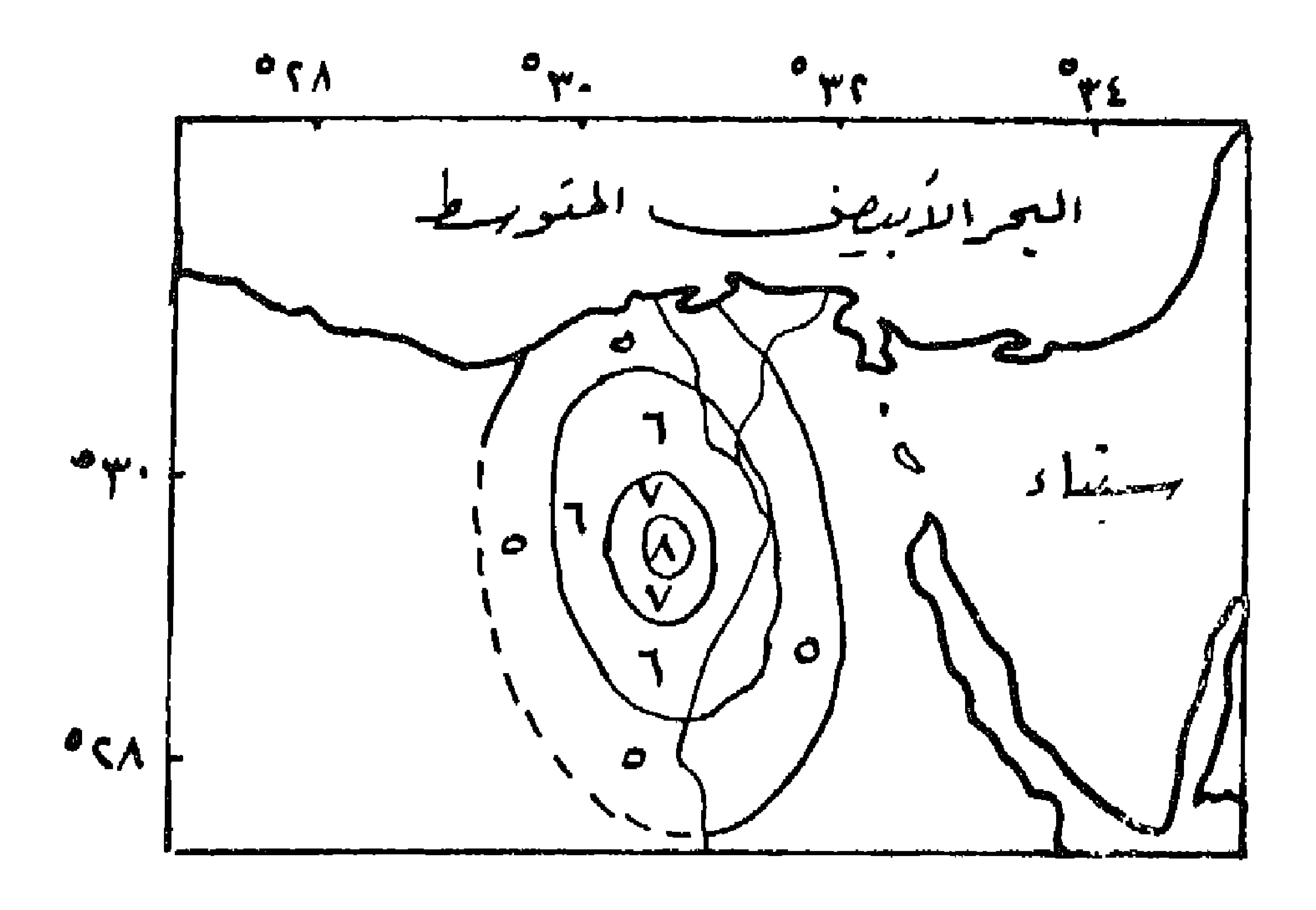
- **زلزال ١٨ مايو ١٣٤١ م** : زلزلة عظيمة بمصر والشام مات فيها تحت الردم ما لا يحصى وغرقت مراكب كثيرة وتهدمت جوامع ومآذن لا تعد .
- **زلزال ٣ يناير ١٣٤٤ م** : وفيها كانت الزلزلة العظيمة المزعجة العميمة أخربت كثيرا من الأماكن ودخلت إلى مصر والشام وتواتر بعدها الزلزال مدة فسكن الناس فى الصحارى .

- **زلزال ١١ أكتوبر ١٣٥٢ م** : زلزال بمصر فى شهر رمضان .
- **زلزال ١٩ أكتوبر ١٣٧٣ م** : زلزلة خفيفة فى القاهرة .
- **زلزال ١٨ يوليو ١٣٨٦ م** : زلزلة خفيفة بالقاهرة ومصر .
- **زلزال ٢٩ يونيو ١٤٢٢ م** : زلزلة عظيمة بالقاهرة هدمت عدة بيوت .
- **زلزال ٢١ ، ٢٢ نوفمبر ١٤٢٣ م** : زلزلت زلزالا خفيفاً تبعه زلزال آخر فى اليوم التالى .
- **زلزال ٢٤ يونيو و ٥ أغسطس ١٤٢٥ م** : ثلاثة زلازل كانت الثالثة هى

الأقوى ووصفت بأن الأرض مادت وتحركت المبانى وغيرها حركة مرعبة ووصف الحائط بأنه خرج من مكانه ثم عاد .

- **زلزال ٧ نوفمبر ١٤٣٤** م : زلزلة بالقاهرة أهتزت لها الدور .
- **زلزال ٢٨ يناير ١٤٣٨** م : هزة خفيفة بالقاهرة .
- **زلزال ٨ نوفمبر ١٤٥٨** م : زلزلة خفيفة بالقاهرة .
- **زلزال ٢٠ أكتوبر ١٤٧٦** : زلزلة لطيفة بمصر .
- **زلزال ١٩ مارس ١٤٨١** م : زلزلة مهولة بمصر والقاهرة ماجت منها الارض وتحركت المآذن ومالت وسمع الأرض دوى كدوى الرحى وتملك الناس الرعب .
- **زلزال ٩ مايو و ١٩ يونيو ١٤٨٣** م :زلازل خفيفة .
- **زلزال ٢٦ أبريل و ٣ مايو ١٤٩٠** م :زلازل لطيفة .
- **زلزال ٢٥ يوليو ١٥٠٠** م : زلزلة خفيفة .
- **زلزال ١ مايو ١٥٠٨** م : زلزلة لطيفة .
- **زلزال ٨ مارس ١٥١١** م : زلزلت القاهرة .
- **زلزال ٢٩ مارس ١٥١٣** م : زلزلة خفيفة عاودت الناس ثلاث مرات .
- **زلزال ١٥ ابريل ١٥٢٣** م : زلزلة لطيفة إرتجت فيها الحيطان والسقوف .
- **زلزال ١٦ يوليو ١٥٢٧** م : زلزلة لطيفة بالقاهرة .
- **زلزال ١٣ نوفمبر ١٥٢٩** م : زلزلة ماجت لها المآذن بالقاهرة .
- **زلزال ٢٤ مارس ١٥٣٤** م : زلزلت مصر زلزلة لطيفة .

- **زلزال ٣٠ ديسمبر ١٥٣٦ م** : وقعت زلزلة لطيفة بالقاهرة .
- **زلزال ٢٨ فبراير ١٥٣٧ م** : زلزال لطيف بالقاهرة .
- **زلزال ١٠ يونيو ١٥٣٧ م** : زلزلت مدينة دمياط واستمرت تتزلزل أربعة أيام كل يوم خمس مرات .
- **زلزال ٤ سبتمبر ١٥٦٣ م** : زلزلة ورجفة شديدة بمصر ومعها دوى الأرض ، إستمرت من ٤ ـ ٨ دقائق وتهدم منها البيوت وانشق جدران .
- **زلزال ٥ يناير ١٥٨٧ م** : وقعت زلزلة بالقاهرة مكثت نحو ٢٠ دقيقة ماجت المآذن ووقع بعض رؤوس منها .
- **زلزال ١٩ أكتوبر ١٥٩١ م** : زلزلت القاهرة ثلاث مرات .
- **زلزال ١٦٩٤ م** : زلزلة عظيمة بمصر خرج أهلها إلى الصحراء وانهدمت بعض البيوت .
- **زلزال ١٨٠٠ م** : زلزلت مصر .
- **زلزال الفيوم (٧ أغسطس ١٨٤٧ م)** : زلزال مفاجيء حوالى ٨ على مقياس ميركالى نتج عنه تهدم حوالى ٣٠٠٠ منزل وجامع ووفاة ٨٥ شخص وإصابة ٦٢ بالفيوم . أحس به المواطنون بجميع أنحاء مصر ، وتأثرت المبانى حتى مدينة أسيوط . وفى القاهرة قتل ١٠٠ شخص وتحطمت الآلاف من المنازل والمبانى الأخرى وأصيب الآلاف من المواطنين ويبين شكل ٢٥ توزيع شدة زلزال الفيوم .
- **زلزال البحر الأبيض المتوسط (٢٤ يونيو ١٨٧٠ م)** : وقع مركز هذا الزلزال بالبحر الأبيض المتوسط وتأثرت به الدول المحيطة بالبحر ومنها الاسكندرية ووصلت شدته إلى ٧ على مقياس ميركالى بالاسكندرية وإلى ٦ حول وجنوب الاسكندرية .



شكل ٢٥
توزيع شدة زلزال ٧ أغسطس ١٨٤٧ م
ومركزه الفيوم (حسب مقياس ميركالى)

• **زلزال ١٨٨٥ م** : ارتجفت مصر ارتجافا قويا ومكثت حوالى ٤٠ ثانية وزلزلت القاهرة وتوالت فيها الهزات دفعتين من الغرب إلى الشرق واستمرت كل هزة من ثانيتين إلى ثلاث ثوان وسمع دوى طالع من الارض كهزيم الرعد عند حدوث الزلزلة وشعر بهذا الزلزال اكثر سكان القطر .

الزلازل الحديثة (١٩٠٠ م حتى الآن) :

تعتبر مصر من الدول الرائدة فى مجال تسجيل الزلازل بالعالم حيث أقامت أول مرصد بالمنطقة بمدينة حلوان عام ١٨٩٩ م . ومنذ ذلك الحين وأجهزة الرصد تعمل بصفة دائمة لتسجيل الزلازل التى تتعرض لها مصر وتحديد

مقدارها ومركزها . وقد تم تحديث أجهزة هذا المرصد عام ١٩٧٥ . وأنشئت ثلاثة مراصد جديدة بأسوان وأبو سمبل ومرسى مطروح . وعلاوة على ذلك ، أقيمت شبكة من ثلاثة عشر مرصداً دقيقاً لرصد النشاط الزلزالى حول بحيرة السد العالى .

إن المعلومات المسجلة فى المراصد المصرية ، تعتبر كاملة ومستوفاة بالنسبة للزلازل التى يصل مقدارها إلى ٥ أو أكثر بمقياس ريختر وذلك خلال الفترة من عام ١٩٠٦ م وحتى عام ١٩٨١ م . ومنذ عام ١٩٦٢ ، أستكملت المتطلبات لتسجيل بيانات كاملة عن الزلازل التى يبلغ مقدارها ٣,٦ بمقياس ريختر وأكثر .

وقد سجلت بمصر زلازل يتراوح مقدارها بين ٤ و ٥ على مقياس ريختر (ريشتر) ، وصل عددها ٦٧ بينما وصل عدد الزلازل التى يتراوح مقدارها بين ٥ و ٦ إلى ١١ زلزالا بما فيها الزلزال الذى حدث فى مصر مؤخراً . ومن هذه الزلازل نذكر ما يلى :

- **زلزال الاسكندرية البحرى (١٢ سبتمبر ١٩٥٥)** : بلغ مقداره ٦,١ على مقياس ريختر وشعر به المواطنون بفلسطين وقبرص واليونان . نتج عن هذا الزلزال وفاة ٢٢ شخصا فى المواقع بين الاسكندرية والقاهرة ، وتحطمت منازل عديدة قديمة بدمنهور والمحمودية ورشيد وادكو وأبو حمص .
- **زلزال أبو دباب (١٢ نوفمبر ١٩٥٥)** : أبو دباب منطقة جبلية على ساحل البحر الأحمر بين القصير ومرسى علم سجل بها زلزال بمقدار ٥,٥ بمقياس ريختر شعر به السكان فى أسوان وقنا حتى القاهرة . ولم يصب أحد .

ومنطقة أبو دباب احدى المناطق النشطة زلزاليا وقد تصل الهزات إلى

٦٠ هزه فى اليوم يتراوح مقدارها ما بين ١,٣ إلى ٣,٦ بمقياس ريختر . ويتم قياس هذه الهزات بواسطة أجهزة قياس شديدة الحساسية . وقد لاحظ البدو الذين يقطنون المنطقة أن الزلازل غير المحسوسة يصحبها إنبعاثات أصوات مثل إنفجار ديناميت فى محجر بعيد . وقد أفاد بدو المنطقة بأن آباءهم وأجدادهم كانوا يذكرون دائما سماع هذه الاصوات ولذا سمى الجبل باسم **جبل أبو دباب** ، ويقع على ساحل البحر الأحمر بالصحراء الشرقية . ويعتقد أن سبب الزلازل فى هذه المنطقة أن الصهير يتحرك فى الأعماق فى هذا الموقع وهو الذى تتكون منه الصخور النارية والبركانيه .

- **زلزال جزيرة شدوان (٣١ مارس ١٩٦٩)** : قدر هذا الزلزال بـ ٦,٣ على مقياس ريختر . وقد أنهارت أجزاء من الجبال على الجزيرة التى تقع بالقرب من الغردقة عند مدخل خليج السويس . وقد سجلت شقوق فى التربة لها اتجاه مواز لخليج السويس أى فى اتجاه الشمال الغربى . ويقع مركز الزلزال عند عمق ١٣ كيلو متراً شمالا غرب الجزيرة ، وقد نتج عن هذا الزلزال ظهور بعض الشعاب المرجانية فوق سطح البحر نظراً للتحركات الأرضية التى صاحبت هذا الزلزال . وقد لوحظ من السيزموجرام أن ٣٥ هزة ، حدثت قبل الزلزال وتبع ذلك عدد كبير من الهزات ذات قدر أقل من الزلزال الرئيسى .

- **زلزال أبو حماد (٢٩ أبريل ١٩٧٤)** : سجل بمقدار ٤,٩ بمقياس ريختر وشعر به المواطنون بالدلتا ومحافظة الشرقية ولم يكن له أى أثر تدميرى .

- **زلزال الجلف الكبير (٩ ديسمبر ١٩٧٨)** : نظراً لطبيعة هذا الموقع غير المأهول بالسكان فى جنوب غرب الصحراء الغربية حيث يوجد بحر الرمال الأعظم وصعوبة وضع أجهزة رصد هناك ، فان رصد هذا الزلزال تم بواسطة مراصد بعيدة وقيم بمقدار ٥,٣ بمقياس ريختر . ويقع مركز الزلزال

عند عمق ٧ إلى ١٠ كيلو متراً من سطح البحر . ولم يترك هذا الزلزال أى أثر تدميرى .

- **زلزال كلابشة (٤ نوفمبر ١٩٨١)** : حدث هذا الزلزال بالقرب من أسوان وشعر به المواطنون هناك حيث كان مقداره ٥,٥ على مقياس ريختر . ويعتقد أن له علاقة بنشأة بحيرة السد العالى . وسجل عند عمق ضحل يصل إلى ١٠ كيلو مترات وعلى بعد ٦٠ كيلو متراً جنوب غرب مدينة أسوان . وقد وصل مداه إلى المواطنين فى أسيوط شمالا ، وفى الخرطوم جنوبا وتراوحت شدته بين ٧ و ٨ على مقياس ميركالى . وتكونت عنه شقوق عديدة على الشاطىء الغربى للبحيرة بينما سقطت كتل صخرية عديدة على الجانب الشرقى للبحيرة . ووصل امتداد بعض هذه الشقوق إلى مسافة ٢٠ كيلو متراً وإتساعها إلى حوالى المتر . ومن السجلات لوحظ أن ثلاث هزات سبقت الهزة الرئيسية وتبعها عدد كبير من الهزات .

- **زلزال العقبة (٣ فبراير ١٩٨٣)** : تقع العقبة على إمتداد فالق رئيسى يمتد بطول خليج العقبة ، ويخترق وادى عربة بالأردن والبحر الميت وبحيرة طبرية وشمال سوريا . وهذا الفالق له ازاحة جانبية أى تتحرك جوانبه ولا يتحرك إلى أعلى وإلى أسفل . وهو فالق نشط جداً ومن حين لآخر تحدث به زلازل متوسطة ومن هذه الزلازل ذلك الذى شعر به المواطنون فى منطقة العقبة وطابا ونويبع . وكان مقداره ٤,٩ بمقياس ريختر . وتبعت هذا الزلزال هزات وصلت إلى ٥٦ هزة يتراوح مقدارها بين ١,٧ و ٤,٨ (أنظر شكل ٢٦) .

- **زلزال وادى حجول (١٩ مارس ١٩٨٤)** : يقع وادى حجول إلى الجنوب الغربى من مدينة السويس ، ويمر به الطريق الذى يصل بين السخنة وطريق مصر ـ السويس ، وكان مقدار هذا الزلزال ٤,٧ وشعر به



شكل ٢٦

▫ النشاط الزلزالى فى منطقة خليج العقبة ـ تمثل الدائرة موقع زلزال العقبة التاريخى بينما تمثل النقاط السوداء المركز السطحى للزلازل التى تم قياسها بواسطة جهاز السيزموجراف ويتراوح مقدارها بين ١,٥ و ٥,٩ . يتضح أن الزلازل الشائعة هى التى يتراوح مقدارها بين ٣ وأقل من ٤,٤ . وتشير الأسهم إلى تحرك سيناء إلى الجنوب الغربى ، بينما تتحرك الجزيرة العربية إلى الشمال الشرقى ، أى أن الحركة أفقية ولابد أن تأخذ فى الحسبان عند إنشاء الجسور فى خليج العقبة عبر المضايق .

المواطنون بالسويس والاسماعيلية والقاهرة وكان مركزه عند عمق ١٠ كيلو مترات .

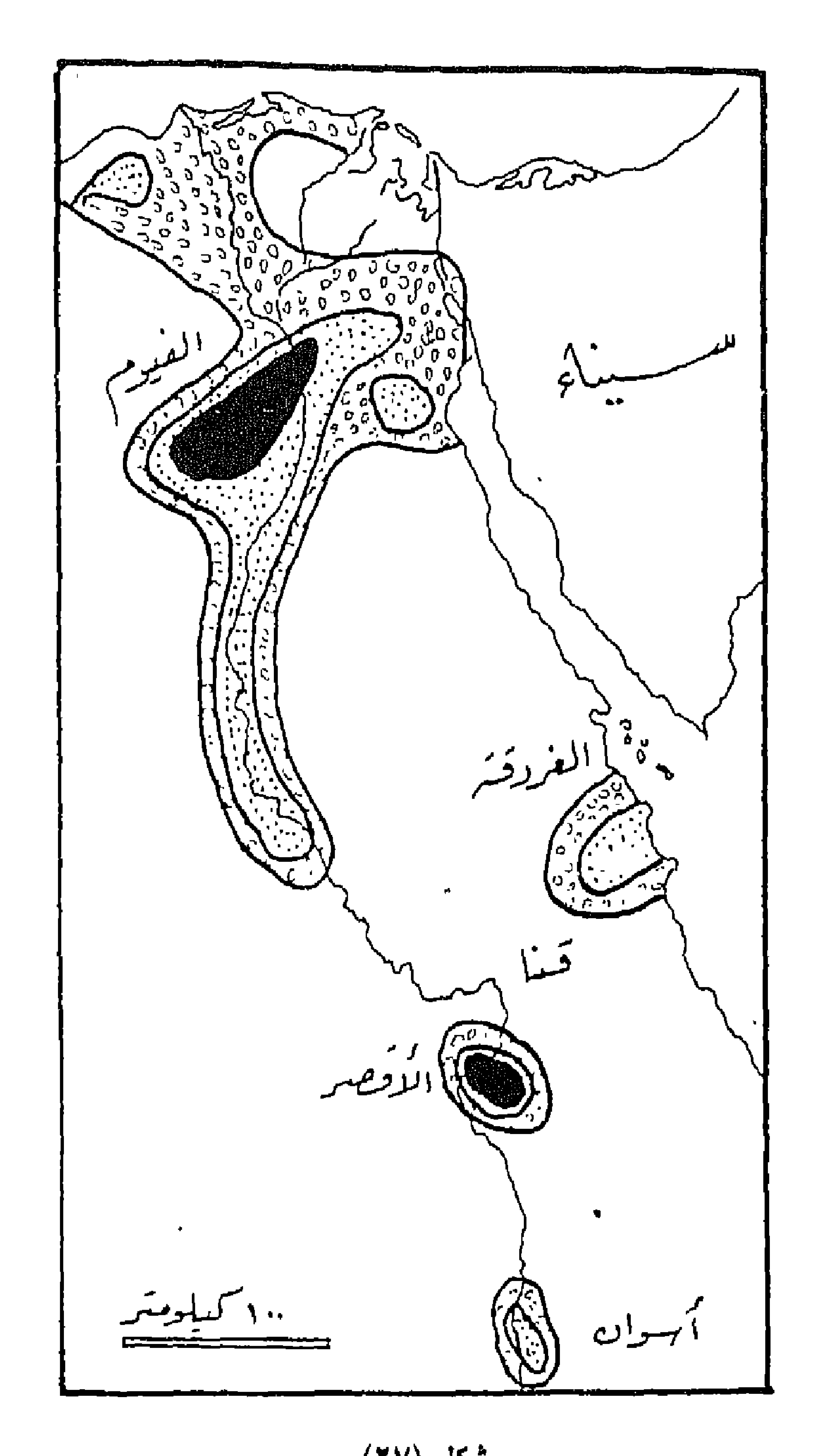
- **زلزال أبو دباب (٢ يوليو ١٩٨٤)** : وصل مقدار هذا الزلزال إلى ٥,١ بمقياس ريختر . وحدد مركزه عند عمق ١٢ كيلو متراً . وسبق حدوث الزلزال رصد عدد كبير من الزلازل الضعيفة وتبعه كذلك عدد كبير من الهزات .

□ □ □

زلزال دهشور (١٢ أكتوبر ١٩٩٢)

عندما فوجيء الجميع بزلزال يوم الثانى عشر من أكتوبر ١٩٩٢ وتطلع العلماء إلى معرفة مركز ومقدار الزلزال ، أعلن رسميا أن مقدار الزلزال ٥,٣ بمقياس ريختر ومركزه عند خط عرض ٢٩,٨° وطول ٣١,١ وعند عمق ٢٥ كيلو متر ، وأنه يقع إلى الشمال الشرقى من جبل قطرانى . وعلى الفور تحرك المختصون ، الجيولوجيون والجيوفيزيقون ، بغية التعرف على الأثر الذى تركه هذا الزلزال . وأخذ الجميع يبحثون حول جبل قطرانى ، وهو جبل مكون من صخور بازلتيه . وعند توقيع الاحداثيات على خريطة مصر وعلى مقياس رسم واضح ، إتضح أن النقطة السطحية الممثلة لمركز الزلزال تقع فى المنطقة حول هرم **سنفرو** ، وبالقرب من دهشور . وهذا المركز لا يبعد كثيرا عن مركزى زلزال ١٨٤٧ وزلزال ١٩٢٠ .

تظهر الخريطة الزلزالية التى نشرت عام ١٩٣٢ (شكل ٢٧) أن المنطقة إلى الجنوب من القاهرة ، وإمتدادها جهة الفيوم بالاضافة إلى المنطقة حول مدينة الأقصر ، كانت تعتبر حتى هذا التاريخ هى المناطق التى يتكرر بها حدوث زلازل قوية . ولم تكن المنطقة حول أسوان كذلك . ان هذا التوزيع قبل انشاء السد العالى ، يوضح أن السد العالى ليس هو مصدر البلاء الزلزالى لمصر كما يتراءى للبعض أو يحلو له أن يردده ، حيث أن جنوب القاهرة كان له نشاط زلزالى مسجل . أما عن منطقة أسوان فقد نشطت زالزاليا فعلا بعد إقامة السد العالى ،



شكل (٢٧)

الخريطة الزلزالية لمصر حتى عام ١٩٣٢ م .

البقع السوداء تمثل مناطق تحدث بها زلازل قوية جدا أحيانا والمناطق بالنقاط السوداء تحدث بها زلازل متكررة وقوية والمناطق البيضاء المحددة تحدث بها زلازل نادرا .

والدليل على ذلك الزلازل اليومية غير المحسوسة بفالق كلابشه علاوة على الاهتزازات الشديدة التى تحدث من حين إلى آخر .

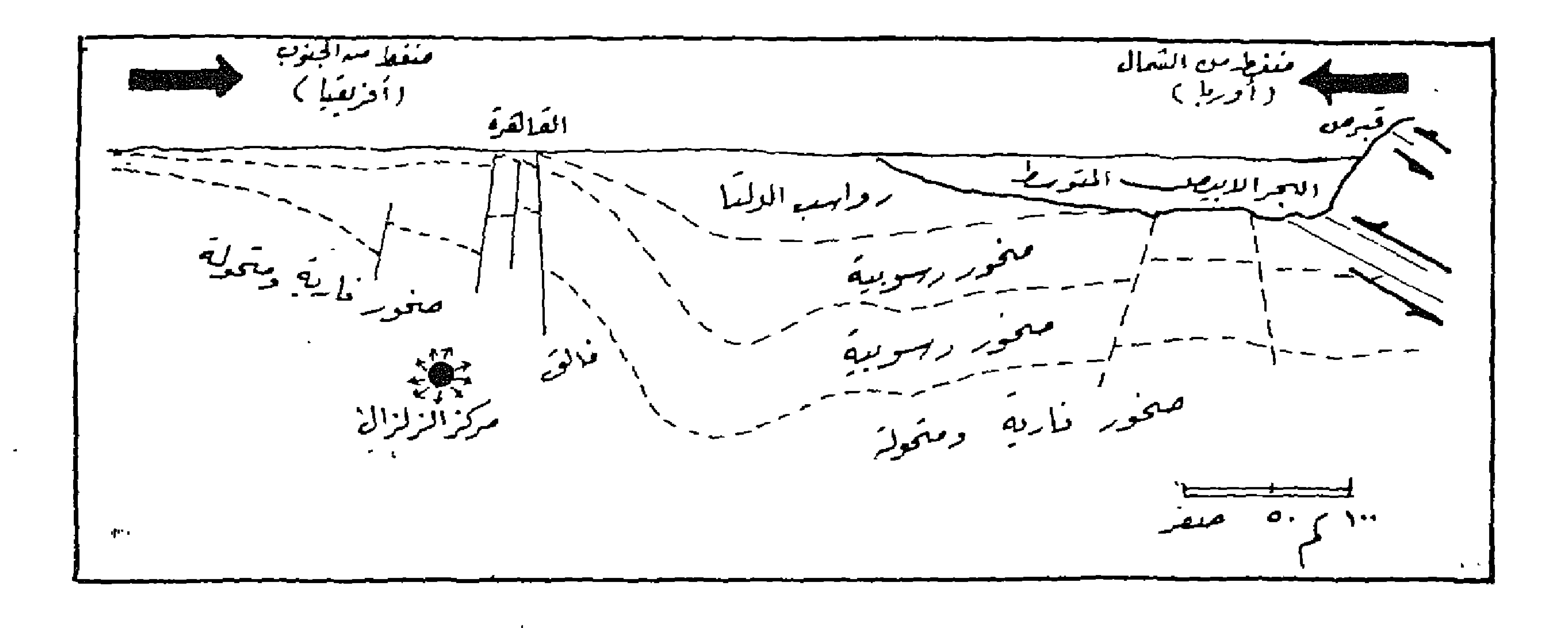
إذن فإن منطقة جنوب القاهرة والفيوم ، تعتبر هدفا لزلازل متكررة . ولذلك تركز الاهتمام حاليا على دراسة الزلازل الضعيفة التى تحدث بعد الزلزال الرئيسى ، والتسجيل اليومى يتم بواسطة شبكة من أجهزة السيزموجراف . ومنذ يوم ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ وحتى يوم ٢٧ من نفس الشهر تم تسجيل النشاط الزلزالى المبين فى الجدول (٢)

جدول (٢)

السجل الزلزالى لمنطقة دهشور فى الفترة من ١٢ ـ ٢٧ أكتوبر ١٩٩٢

مقدار الزلزال (ريختر)		العدد
صفر ـ	١,٩	٤٢٠
٢ ـ	٢,٩	٢١٠
٣ ـ	٣,٩	١٥
٤ ـ	٤,٩	٢
٥,٣	ـ أكثر	١

وبتوقيع مركز الزلزال على قطاع رأسى ليبين موقع الزلزال فى العمق والقاهرة فى اتجاه البحر الأبيض المتوسط ثم قبرص يتضح أن اهتزاز القاهرة الشديد شيء متوقع نظرا لقربها من مركز الزلزال (شكل ٢٨) . ويقع مركز الزلزال على فالق داخل الصخور النارية والمتحولة القديمة جدا ، والتى لا يمكن



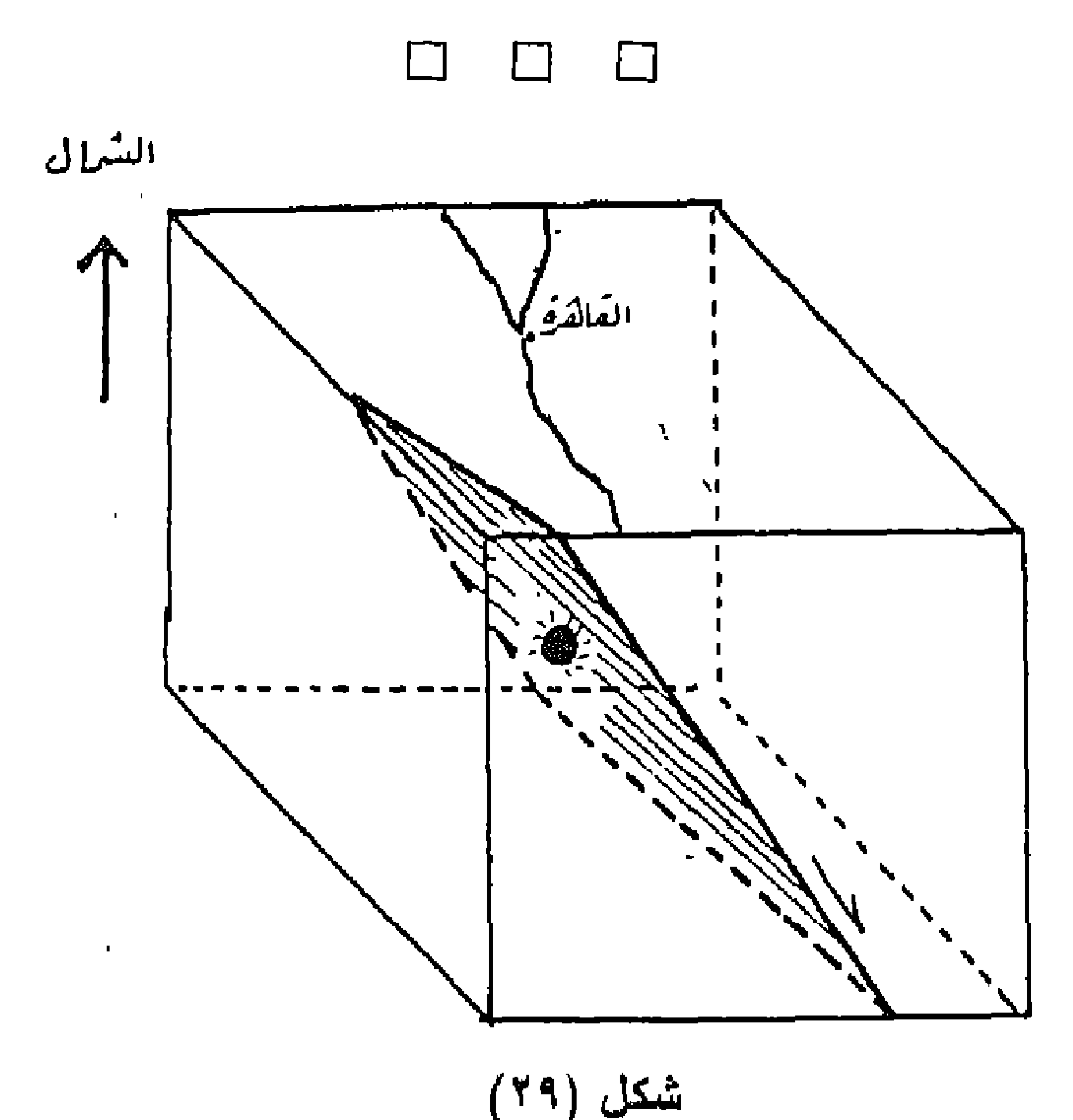
شكل ٢٨

قطاع رأسي بين القاهرة وقبرص يبين موقع القاهرة بعيدا عن التحركات الأرضية أسفل قبرص (مبينة بالاسهم السوداء الصغيرة) .. مركز زلزال ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ عند عمق ٢٥ كيلو متراً من سطح البحر وبالقرب من القاهرة وداخل صخور نارية ومتحولة قديمة جداً . تحرك الصخور عند مركز الزلزال يقابله تحرك الصخور الرسوبية ، والمنشآت المقامة على سطحها .

أن تكون مصدرا لنشاط بركاني حديث . ويعتقد أن النشاط الزلزالى بعد حدود
الهزة الرئيسية له علاقة باعادة تنظيم وترتيب وضع الصخور الرسوبية القابع
فوق مركز الزلزال ، والتى تأثرت حتما بحركة الصخور السفلى على الفالق
وقد يستمر النشاط الزلزالى بعد الزلزال إلى فترة شهور قليلة أو قد تمتد فى بعض
الحالات إلى عام أو عامين بل وثلاثة اعوام كما قال الخبراء اليابانيون .

ويبين (شكل ٢٩) تصور جامعة هارفارد لوضع الفالق ومركز الزلزال
وببساطة فان الفالق الذى تحركت عليه الصخور يتجه فى اتجاه شمال ٥٦° غرب
ويميل إلى إتجاه شمال الشرق وبزاوية ميل ٥٦° ، وأن منطقة الكتلة التى تحتوى
على القاهرة والدلتا قد هبطت إلى أسفل نظرا لهذه الحركة .

□ □ □



شكل (٢٩)
رسم لموقع زلزال يوم الاثنين ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ عند عمق ٢٥ كيلو مترا
وعلى فالق يتجه شمال ٥٦° غرب ويميل فى اتجاه شمال شرق بزاوية ٥٦°
حسب استنتاج جامعة هارفارد (٢٨ أكتوبر ١٩٩٢) . نتج عن ذلك تحرك
الكتلة التى تحتوى القاهرة إلى أسفل .

أقوى زلازل القرن العشرين

تعرضت الأرض لزلازل مدمرة وسجل ذلك فى التاريخ الجيولوجى ، الذى به سجل متكامل للنباتات والحيوانات منذ ٥٠٠ مليون عام تقريباً . وقد قسمت الصخور وما تحويه من أحافير (بقايا الأحياء من نبات وحيوان) إلى الحياة القديمة والحياة المتوسطة والحياة الحديثة . ولكن الزلازل كانت من أسباب نهاية كل حياة ، أشتركت معها حركات أرضية عنيفة لتكون منخفضات وتغير من شكل الأرض .

وقد سجلت زلازل العصر الحديث وما حدث فى القرن العشرين ، إما بالوصف أو بالأجهزة . ولكنها كانت زلازل محلية لم يتأثر بها العالم كله أو تحدث فناء عالمياً . ولذلك توصف الزلازل بموقعها ، ومن أمثله الزلازل القوية بالعالم نذكر منها ما هو موضح بجدول (٣)

ويتضح أن أقوى زلزال حدث فى العالم وصل مقداره ٨,٩ وهو أعلى قياس على مقياس ريختر والذى يتدرج من صفر إلى ٨,٩ .

□ □ □

جدول (٣)
أقوى الزلازل فى العالم

عام	البلـــــــــــــد	المقدار (ريختر)
١٩٠٦	زلزال سان فرانسيسكو (الولايات المتحدة الأمريكية)	٨,٢٥
١٩٠٦	زلزال جبال الأنديز بكولومبيا والاكوادور	٨,٦
١٩٠٦	زلزال فلابريسو بشيلى	٨,٤
١٩١١	زلزال تينى شان بالصين	٨,٤
١٩٢٠	زلزال كان سو بالصين	٨,٥
١٩٣٣	زلزال اليابان	٨,٥
١٩٥٠	زلزال شمال أسام بالهند	٨,٦
١٩٦٠	زلزال شيلى	٨,٣-٨,٩
١٩٦٤	زلزال الآسكا	٨,٦

□ □ □

السد العالى والزلازل

من المعروف عالمياً أن إقامة السدود لابد وأن تسبقها دراسة تفصيلية للموقع من ناحية وجود فوالق به من عدمه ، ودراسة الإهتزازات غير المحسوسة لفترة من الزمن لمعرفة إن كان بعض هذه الفوالق نشطاً أم لا ، ودراسة الاحتمالات المستقبلية عندما تغمر المياه الأراضى خلف السد مكونة بحيرة صناعية من صنع الإنسان .

وحدث فى تاريخ بناء السدود إن إنهار بعض منها بسبب الزلازل التى ولدتها إقامة هذا السد ، ونذكر منها إنهيار سد كبير بالهند عام ١٩٦٤ . وذلك بسبب زلزال من صنع هذا السد . وبعد حادثة الهند بدأ الأهتمام بدراسة الزلازل المرتبطة بإقامة السدود والأخطار المتوقعة وسبل تلافيها . وعندما أنشيء السد العالى كثر الحديث عن الخطر القادم بعد إنشائه ، بل أعتبر أنه الخطر الموقوت فى انتظار حدوث زلزال لتحدث الكارثة . وفى واقع الأمر أن صحارينا تكثر بها الفوالق ونهر النيل نفسه محاط بفوالق ونشأته فى معظم مجارية بمصر بسبب فوالق . إذن فالفوالق موجودة فى كل مكان تقريباً ، ولكن المهم أن تكون فوالق غير نشطة . ولحسن الحظ أن جسم السد لا يقبع فوق فالق نشط وإلا كانت كارثة . فمن بين ٧٠٠ زلزال غير محسوس ، سجلت عام ١٩٧٩ بمنطقة السد العالى وما حوله ، كان الجزء الجنوبى الغربى بالقرب من السد مركزاً لأربعة زلازل فقط يتراوح مقدارها بين ١,١ و ٣,٣ بمقياس ريختر وخمسة زلازل تحت قاع بحيرة ناصر . أما باقى الزلازل فقد

تمركزت على فالق كلابشه (شكل ٢٠) **وجبل مروه** الذى يقع إلى الجنوب من جسم السد بحوالى ٦٥ كيلومترا . وتم تحديد مركز هذه الزلازل عند عمق يقع بين ١٠ و ٢٥ كيلو متراً ، ويتراوح مقدارها بين ١,١ و ٤ بمقياس ريختر ، بالإضافة إلى زلزال ١٤ نوفمبر ١٩٨١ الذى كان مقداره ٥,٦ بمقياس ريختر .

وإعادة النظر إلى الخريطة الزلزالية لمصر التى نشرت عام ١٩٣٢ (شكل ٢٧) تبين أن منطقة جنوب أسوان كانت نشطة زلزاليا ، ولكن ليس بالدرجة التى كانت بها الفيوم وجنوب قنا .

وبعد إقامة السد العالى فى الستينيات ، بدأت بحيرة ناصر فى إستقبال كميات هائلة من المياه أحتجزت خلف جسم السد ، وبالتالى شكلت ضغطاً هائلاً على الصخور التى تقع أسفلها بالإضافة إلى تسرب المياه إلى الفوالق وما قد تحدثه من تشحيم للمواد الموجودة عند سطح الفوالق ، مما قد يساعد على انزلاق الصخور على سطح الفالق ويتسبب عن ذلك حدوث زلازل .

ومن المعتقد بناء على دراسات مستفيضة لعلماء الزلازل بمنطقة السد العالى وما حوله ، أن فالق كلابشه كان نشطاً زلزالياً قبل إمتلاء بحيرة ناصر ولم يسجل هذا النشاط فى حينه ، وأن هذا النشاط زاد بعد إمتلاء الخزان بالمياه .

لقد تعرض جسم السد إلى زلزال ١٤ نوفمبر ١٩٨١ بمقدار ٥,٦ بمقياس ريختر وقاومه . ويعتقد أن فترات من الزمن تنقضى قبل حدوث زلازل أخرى وأنها ان حدثت فستكون بنفس المقدار . ومن ثم ، فإن منطقة جنوب السد العالى تعتبر منطقة نشطة زلزالياً ، ولكن هناك ١٣ محطة ترصد نشاط هذه الزلازل غير المحسوسة يوماً بعد يوم وذلك لوضع هذا النشاط تحت التحكم .

أما القول بأن زلزال دهشور يوم ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ ، كان سببه السد

العالى ، فهذا لا يستند إلى أى واقع علمى ، فالسد العالى ليس له أى علاقة بزلزال دهشور . ذلك إن للسد العالى تأثيراً محلياً لا يتخطاه . والزلازل المرتبطة بإقامة السدود تحدث حول موقع السد ولا تتجاوزه . ولماذا نلجأ إلى شيء بعيد للبحث عن المسببات . ذلك أن منطقة الفيوم وما حولها كانت نشطة زلزالياً وحدث بها زلازل متوسطة وقوية آخرها كان عام ١٨٤٧ ، والمنطقة الواقعة إلى الشمال الشرقى من الفيوم وتجاه منطقة دهشور بها من الفوالق ما قد يتحرك فى الأعماق محدثاً زلزالاً مثل الزلزال الأخير . فلنبحث عن أسباب أخرى غير السد العالى لمعرفة الداء ولنوجد له الدواء اللازم .

□ □ □

احتمالات حدوث زلازل
لو استغل منخفض القطارة

بدأت الدراسات منذ حوالى عشرين عاماً لاستغلال منخفض القطارة بشمال الصحراء الغربية بمصر لتوليد الكهرباء ، وذلك عن طريق إيصال مياه البحر الأبيض المتوسط عبر قناة بمسافة ٦٠ كيلو متراً تصل إلى المنخفض الذى يصل قاعة إلى عمق ١٣٤ متراً من سطح البحر . وتبلغ مساحة هذا المنخفض ١٩٥٠٠ كيلو متر مربع ويعتبر من أكبر المنخفضات وأعمقها فى مصر . ويتميز الجزء الشمالى بوجود منحدرات شديدة تسمح بأن تكون مواقع مناسبة لشلالات صناعية لتوليد الكهرباء بواسطة التوربينات . ويغطى قاع المنخفض الحصى والرمال علاوة على ملح الطعام الذى تكون بتبخر المياه .

ومن الناحية التركيبية يوجد فى المنخفض ، شقوق عديدة تتجه أساساً فى اتجاه الشرق ـ الغرب والشمال الغربى ، وقليل منها فى اتجاهات أخرى . وهذه الشقوق يعتقد أنها تمتد إلى أعماق قد تلامس خزانات المياه الجوفية ، وبعضها قد يمتد إلى أعماق أكثر من تلك . ومن ثم فإن من مخاطر إقامة هذا المشروع ، إحتمال تسرب هذه المياه المالحة إلى المياه الجوفية العذبة محدثة تغيراً فى نوعية المياه التى تستخدم فى أغراض الإستصلاح والإعاشة . وذلك بالإضافة إلى التغير فى المناخ للمنطقة ، وما يتبعه من ظواهر طبيعية قد تؤثر فيما حولها . أما عن علاقة هذا المشروع بإحتمال حدوث زلازل ، فهو إحتمال

قائم ويجب رصد الزلازل غير المسحوسة قبل الاقدام على تنفيذ مشاريع مماثلة لملء خزانات مياه صناعية مثل بحيرة ناصر بأسوان .

إن إقامة مشاريع ضخمة تتطلب جهداً فائقاً ودراسات متأنية وواعية قبل تنفيذها ، لأن الآثار الجانبية قد تكون وخيمة ولا يمكن السيطرة عليها .

□ □ □

الفصل الثالث

الزلازل والتصرف السليم

كيف نستعد لمواجهة أخطار الزلازل ؟

إن الوقاية خير من العلاج ، ويجب علينا جميعاً أن نتحصن لمواجهة ، الكوارث الطبيعية ومنها كارثة الزلزال . لقد عانى سكان القاهرة وقاطنو ضفاف نهر النيل ، من أخطار الفياضانات على مر العصور . وحديثاً أقيمت الجسور على ضفاف النهر للتقليل من حجم الخسائر وإنتهت المشكلة المزمنة مع بناء السد العالى . لقد كان الوعى بأخطار الكوارث منتشراً بين أبائنا جيداً . وأذكر إنى فى الخمسينات كنت أقطن فى منزل تعلوه موانع للصواعق . ويعنى ذلك أن من شيد المنزل أدخل فى حساباته إحتمالاً ، ولو كان بسيطاً جداً ، لتعرض المنزل لصواعق ، وهذا لا يحدث إلا نادراً بمصر .

لقد بدأ الوعى بالمخاطر يعود من جديد الينا بعد زلزال يوم الاثنين الثانى عشر من أكتوبر عام ١٩٩٢ . ولابد من الاستفادة من هذا الدرس القاسى لتوجيه وتعليم المواطنين جميعاً الكيفية التى يمكن أن نستعد بها لمواجهة أخطار الزلازل بمصر . فلقد شاهد كل مواطن خصوصاً بالقاهرة الكبرى الهلع والقلق الذى أصاب المواطنين من جراء تعرضهم لزلزال متوسط المقدار يتعايش معه المواطنين فى المواقع التى يوجد بها نشاط زلزالى . إن التنبؤ بحدوث الزلازل أمر لم يحسم بعد ، ولكن التوقع شيء مفيد لمجابهة ما هو قادم حتى ولو كان الاحتمال ضعيفاً جداً .

إن المتتبع لتاريخ الزلازل فى مصر ، يعلم جيداً أن حدوث الزلازل

لا يتكرر على فترات متقاربة ، بل كل عشرات من السنين . ولكن لا داع ، لأن نعتمد على هذا الحساب حتى لا نواجه بزلزال مفاجيء وبدون أى استعداد . ذلك إن من واجبنا جميعاً ، أن نغرس فى نفوس أبنائنا هذا الاحتمال حتى يكون تصرفهم بوعى وفهم وإدراك وليس بجهل وعدم إدراك مثلما حدث فى أحداث الزلزال الأخير .

وما يجب عمله قبل وقوع الزلزال يتلخص فيما يلى :

- لا تضع فى منزلك مرايا غير مثبة جيداً على الحوائط أو نجفا غير معلق جيداً ومحكم فى الأسقف أو زهريات ضخمة .
- التأكد من سلامة التوصيلات الكهربائية ومواسير الغاز وأن يكون سخان المياه مثبتا جيداً .
- يجب أن يعلم الجميع فى المنزل كبيرهم وصغيرهم مواقع محابس الغاز والمياه وكيفية فصل الكهرباء عن المنزل وموضع المعدات اللازمة لقطع المياه والغاز إن كان شيء من ذلك مطلوباً وأن توضع هذه المعدات فى مكان ظاهر للجميع .
- يجب وضع الأشياء الكبيرة والثقيلة بالمنزل فى الأرفف السفلى مع التأكد من إحكام تثبيت هذه الأرفف على الحوائط . ويفضل أن تربط أو تثبت الأشياء الثقيلة حتى لا تتحرك عند حدوث الزلزال وتكون مصدر خطر .
- الأشياء القابلة للكسر مثل الزجاجيات والصينى يجب مراعاة تخزينها أسفل الدواليب المخصصة لها أو فى دواليب يحكم إغلاقها .
- تدريب كل فرد من أفراد العائلة على سرعة التصرف لإغلاق محابس المياه والغاز ووصلة الكهرباء .

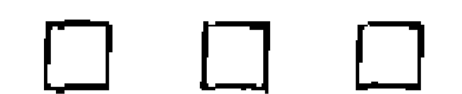
● بالإضافة إلى ما سبق فإنه يفضل أن يكون فى كل منزل وفى متناول الجميع :

(أ) بطارية تعمل بأحجار صالحة للإستخدام علاوة على راديو صغير يعمل بأحجار كذلك .

(ب) جركن ماء ، ويجدد تخزين المياه به كل فترة .

(جـ) علب محفوظة من الأطعمة التى لا تفسد بسرعة أثناء تخزينها .

(د) طفاية حريق ووحدة إسعاف صغيرة .



التصرف الأمثل أثناء الزلزال ؟

الهدوء .. الهدوء .. الهدوء هو المفتاح للتصرف السليم أثناء حدوث الزلازل . وبالطبع لا ينبغى أن يطلب من المواطن أن يتبع إرشادات يصعب العمل بها أثناء حدوث الزلزال ، فالمؤثرات حوله تحصر تفكيره فى أى وسيلة للهرب والابتعاد عن مكامن الخطر ، لكن ذلك لا يمنع من التأكيد على ضرورة الهدوء بإعتباره العامل الحاسم فى مواجهة ما يحدث . فلو حدث زلزال وأنت موجود فى موقع بالصحراء أو حديقة بدون مبان عالية ، فقدر الإنزعاج بالطبع سيكون قليلاً ولا يقارن بما ستشعر به عند وجودك داخل بناية مرتفعة وتشتمل على عشرات من الطوابق أو فى بناية قديمة آيلة للسقوط .

وأثناء الزلزال والذى لا يستغرق فى العادة إلا بضع ثوان ، ينبغى أن يفكر الإنسان فى عواقب أفعاله قبل الإقدام على فعلها . فمن يملك التحكم فى أعصابه والقدرة على التفكير المنظم ، ينجو عادة من أخطار قد تحدث نتيجة للزلزال .

نصائح أساسية

- إذا كنت داخل منزل أو مصنع أو محل ، أبق بالداخل .
- إن كنت خارج البنايات وفى الطريق أمكث فى محلك حتى تنتهى الاهتزازات . لقد أثبتت التجارب الواقعية أنه معظم الإصابات تحدث أثناء الخروج من المبانى .

- إن أفضل الأماكن داخل البنايات والتى يمكنك أن تحتمى بها هى أسفل المناضد أو المكاتب أو خلف الأبواب المثبتة جيداً أو بجوار زوايا الحوائط الداخلية .
- يجب الابتعاد عن الألواح الزجاجية مثل المرايا والشبابيك الزجاجية .
- مراعاة عدم إستخدام شموع للإضاءة أو إشعال كبريت أو بوتاجاز بالمنازل التى يصلها البتروجاز عبر المواسير التى تخترق منازلنا حتى يتم التأكد ، بعد الهزة ، من أن الوصلات لم تتأثر .
- ويتعاظم الإحساس بالإهتزازات فى الأدوار العليا للأبراج ، ولذلك فإن محاولة الهبوط إلى الأدوار السفلى ليس هو الحل المناسب حيث أنه لا يمكن ولا يجب أن تستخدم المصاعد ، ولذلك فإن الإحتماء أسفل المناضد أو المكاتب أو الكراسى يقى الشخص من إحتمال سقوط بعض الأشياء المنزلية غير المثبتة جيداً وربما بياض الحوائط . كما إن سلالم العمارات والأبراج قد تنهار عندما يتوافد إليها أعداد كبيرة من السكان . إن البقاء فى منزلك يقيك شروراً أخرى قد تتعرض لها . والمثير للعجب أن سكان العمارات المرتفعة والأبراج تزاحموا على السلالم أثناء حدوث زلزال يوم ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ ، وعند وصولهم إلى الأدوار السفلى لم يتركوا البناية . وإن حدث إنهيار لا قدر الله لهذه العمارات الشاهقة فإن الإصابة ستصلهم فى موقعهم أسفل العمارات .
- من واجب البالغين إرشاد الأطفال والتحكم فى تصرفاتهم وإصدار توجيهاتهم حتى نضمن سلامتهم . إن الرعب والفزع الذى يصيب أطفالنا أثناء حدوث الزلزال مصدره مشاهدتهم ذويهم فى حالة رعب وفزع . فيجب على الكبار التصرف بحكمة وروية أثناء حدوث الزلزال .
- وإذا كنت موجودا خارج البنايات ، فإنه من المناسب أن تبتعد عن المباني

والاسلاك الكهربائية وأى توصيلات أخرى قد تجدها حولك أو فوقك وتشكل خطراً عليك .

- إن المواقع المعرضة للخطر تقع خارج أبواب البنايات وبالقرب من الحوائط الخارجية .
- أكثر المبانى عرضة للسقوط هى المآذن وأبراج أجراس الكنائس وأى بروزات غير مدعمة بالمبانى .
- وقد وصف أحد المختصين تحطم هذه البروزات وسقوطها على الأرض بأن إصابة الناس حول الحطام المتساقط يشبه إطلاق الرصاص على المارة بصورة عشوائية .
- إذا كنت داخل سيارتك أو داخل الاتوبيس ينبغى عليك التوقف عن القيادة . وعلى سائقى الاتوبيسات التوقف . ويجب أن يمكث الركاب داخل المركبات . والسيارات ستتأرجح حتما ، ولكنها ستوفر لك الحماية من الركام المتساقط إلى الشوارع .
- عند مواصلة السير بعد حدوث الزلزال فإنه ينبغى للسائق أن يلاحظ طريقه بعناية خشية وجود هبوط بالطريق أو ربما تشققات تضر بالسيارة وبه . فقد حدث هبوط على طريق القاهرة ـ بنى سويف عند العياط ووصل إلى ١٧٠ سم وعلى مسافة ٤٠٠ متراً علاوة على إنبثاق مياه سطحية من حفر ضحلة بإتساع يصل إلى ٥٠ سم فى الطرق الترابية بالقرب من العياط والبليدة وجرزه .

□ □ □

ما ينبغى عمله بعد حدوث الزلزال ؟

• بعد زوال التوتر وهدوء الأعصاب مع إنتهاء الزلزال ، يجب أن تقوم بفحص نفسك أولاً ، وفحص من هم بالقرب منك حتى تطمئن لعدم وجود إصابات ، وإن وجدت يجب إجراء الإسعافات الأولية . وليس هناك داع لنقل مصاب إلا إذا استدعت الضرورة ذلك . والتصرف المناسب هو إستدعاء الإسعاف فرجالها أقدر الناس على حمل المصاب بطريقة لا تحدث إصابات جديدة به ، ومعهم المعدات التى تساعد على ذلك .

• فى داخل المنزل يجب فحص وصلات الغاز والماء والكهرباء ، للتأكد من صلاحيتها . ويجب عدم إشعال الغاز إلا بعد التأكد من عدم وجود تسرب داخل المنزل . وإن وجدت تلفيات يجب الإسراع بغلق الصمامات ، إن لم تكن قد إتخذت هذه الخطوة أثناء حدوث الزلزال . ويتم التعرف على تسرب غاز عن طريق الشم فقط .

وإذا كان هناك رائحة يجب تهوية المنزل بفتح النوافذ والأبواب ومغادرة المنزل والاتصال بالمسؤولين عن توصيلات الغاز (بتروجاز) حتى يتم إصلاحها بسرعة نظراً لأنها تشكل خطراً ليس على منزلك فقط ولكن على المنازل المجاورة .

• إذا كانت الكهرباء مقطوعة ، فإن الراديو الذى يعمل بالبطاريات يمكن أن

يكون المصدر الوحيد لسماع أى تعليمات أو إرشادات أو تقارير عن الدمار .

- يجب عدم إستخدام التليفون بعد الإهتزازات مباشرة حتى نسمح لتلقى رسائل تكون ذات أهمية أكثر .
- وخطوط المجارى يجب التأكد من أنها تعمل حتى يمكن إستخدام صندوق الصرف .
- إن مساعدتك مطلوبة ولكن يجب ألا تكون عائقاً أمام جهود الدفاع المدنى .
- فى حالة إنهيارات المبانى ، ابتعد عن موقع الحدث ولا داع لوجودك إن كنت لا تقدم يد العون ، إن طلب منك ذلك ، فربما يعوق وجودك وصول سيارات المطافىء والإسعاف ، ويجب مراعاة أن لا تعرض نفسك للإصابة وحماية ذويك .
- ينبغى أن تتوقع أنه بعد حدوث الزلزال ، ستكون له توابع ، أى إهتزازات أخرى ولكن بمقدار أقل وعلى فترات متباعدة فلا داعى للانزعاج عند حدوث هذه التوابع .
- إذا حدثت شروخ أو تصدعات بمنزلك يجب إحضار إستشارى مبان لإبداء النصح والإرشاد مع إخلاء المبانى الآيلة للسقوط فوراً وبدون إبطاء حتى يمكن أن نقلل من قدر الإصابات .

□ □ □

الفصل الرابع

التنبؤ بالزلزال والتحكم فيه

هل يمكن التنبؤ بالزلازل ؟

إن موضوع التنبؤ بالزلازل قبل وقوعها مثير ومرغوب . وقد قطعت الدول المتقدمة والمهتمة بدراسة الزلازل شوطاً كبيراً فى هذا المجال . ولكن حتى الآن لا يمكن التنبؤ بحدوث زلازل . وقد تتبعنا جميعاً ما أثير حول التنبؤ بحدوث زلزال مدمر بكاليفورنيا يوم ٢٦ أكتوبر ١٩٩٢ . واستعد العلماء من جميع أنحاء العالم وأحضرت الكاميرات لتسجيل لحظة تحرك فالق سان أندرياس ، وليكون أول سجل فى العالم لفالق يتحرك ويسجل بالفيديو ليكون مرجعاً هاماً لدراسة ما يحدث أثناء حركة الفوالق وتأثيرها على المنشآت المقامة . ولكن خاب أمل المتنبئين ولم يحدث شىء .

لقد سبق وتنبأ العلماء فى الصين برلزال حدث بعد ١٨ ساعة من التنبؤ . وأخليت البنايات من السكان ، وبذلك لم تحدث خسائر كثيرة فى الأرواح ، ويتفق العلماء فى العالم كله على أن التنبؤ بزلزال الصين ، كان ضربة حظ ولا يمكن تكرار ذلك . وقد تنبأ العلماء ثانية وثالثة ورابعة بحدوث زلازل ولكن لم يحدث شىء .

إن موضوع التنبؤ بحدوث زلازل له تبعات خطيرة ، حيث يتطلب التنبؤ القيام بإخلاء مدينة أو مدن بأكملها من سكانها . ولكن إلى أين وإلى أى وقت سيمكث الأهالى خارج ديارهم . فإذا ما حدث تنبؤ بحدوث زلزال بالقاهرة

مثلاً ، فإلى أين سيذهب الأربعة عشر مليون مواطن وكيف سيتم إجلاؤهم وكيف سيتم تسهيل عودتهم !

منذ الستينيات من هذا القرن كان موضوع التنبؤ بحدوث الزلازل حلماً يراود العاملين في مجال علم الزلازل . وقد بدأ هذا الاهتمام عندما أعلن الاتحاد السوفيتي عام ١٩٦٩ ، أنه في منطقة **جارم** بسيبيريا والتي تعرضت لزلزال مدمر عام ١٩٤٦ ، لاحظ العلماء أثناء تسجيل النشاط الزلزالي ، حدوث تغيير جوهري في نسبة سرعة موجات (P)إلى موجات (S) قبل حدوث الزلزال . فقد كانت النسبة العادية ١,٧٥ ، ونقصت بصورة مفاجئة قبل حدوث الزلزال إلى ١,٦ وعادت النسبة العادية بعد إنتهاء الزلزال . وبتطبيق هذه الملاحظة ، أمكن توقع حدوث زلازل في أماكن مختلفة من الولايات المتحدة الأمريكية وإن كانت شدة الزلازل مختلفة عما توقعه العلماء .

وأدت هذه الشواهد إلى طرح نظريات عديدة لشرح خصائص الصخور ، وتغيرها مع بداية حدوث الزلزال . تفيد النظريات السائدة حالياً ، بحدوث إتساع داخل الصخور نتيجة لتعرضها للضغط داخل القشرة الأرضية . ويؤدى تراكم الضغوط داخل الصخور إلى تشققها ، ويحدث إزدياد في حجم كتلة الصخور . ويلاحظ حدوث ذلك قبل التحرك لهذه الكتل الصخرية بسرعة على خط فالق محدثة إهتزازات عنيفة . وعندما تتشقق الصخور وتتسع فإن خصائص المقاومة الكهربية للصخور تتغير ، وبالتالي تتغير نسبة سرعة الموجات الضاغطة (P) إلى الموجات المتعوجة (S) ويمكن تمثيل ما يحدث على شكل ٣٠ مبيناً المراحل الخمس التي يمكن تتبعها قبل وبعد حدوث الزلزال .

والدراسات التي تجرى حالياً تعتمد على الشواهد التالية :

- التغيرات في سرعة الموجات الزلزالية .

- التغيرات الطبيعية الكيميائية .
- التغيرات في تضاريس الأرض .
- تصرفات الحيوانات .

- **التغيرات في سرعة الموجات الزلزالية**

سبق الحديث عنها ولكنها لا تمثل ظاهرة عامة في كل المواقع التي تتعرض لحدوث زلازل .

- **التغيرات الطبيعية الكيميائية :**

يمكن حصر هذه التغيرات فيما يلي :

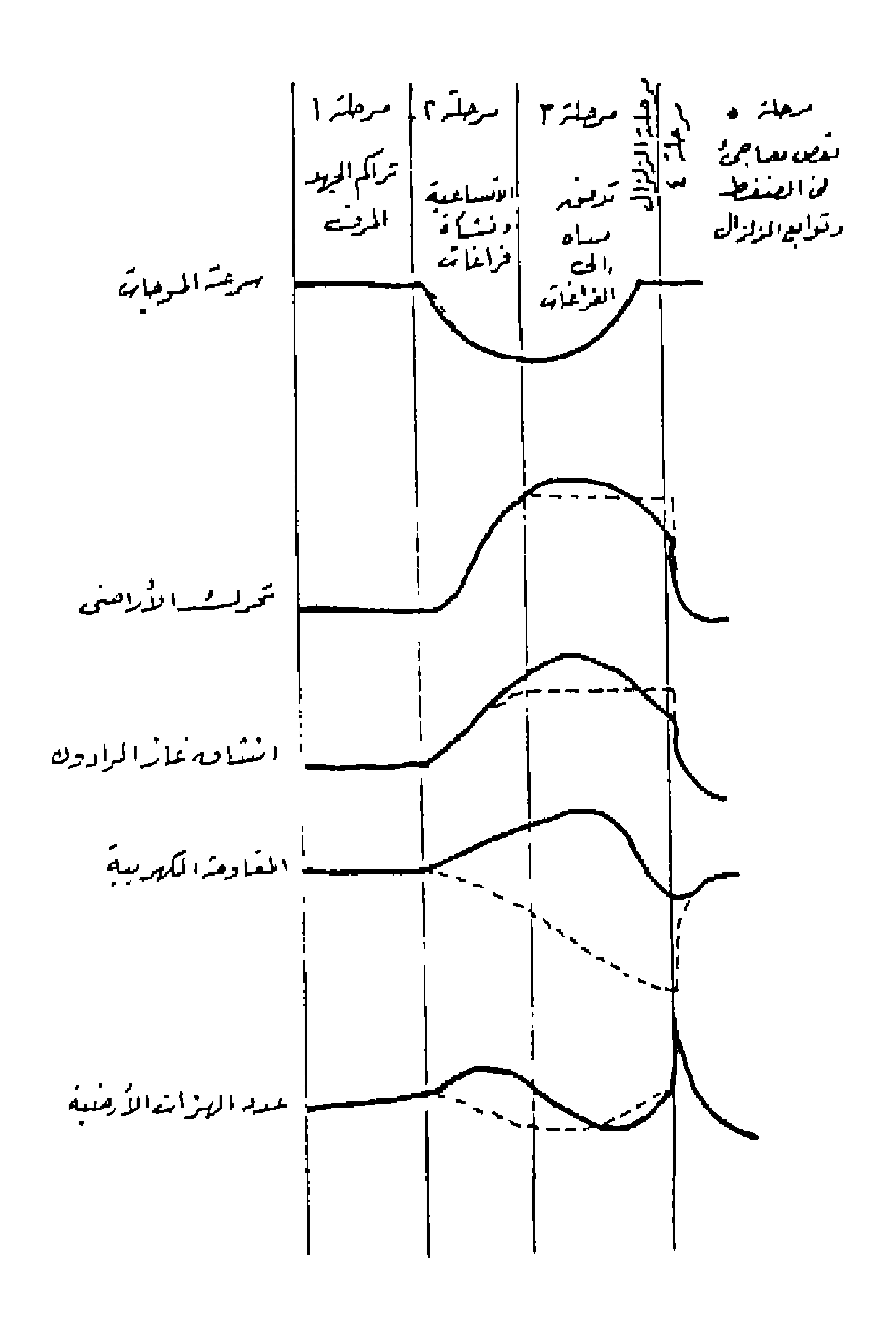
- تغير في المقاومة الكهربية للصخور . ويلاحظ عادة إنخفاض في المقاومة نظراً لتسرب المياه إلى الشقوق التي تنشأ في الصخور (مرحلة ٢ ومرحلة ٣ في شكل ٣٠) وذلك قبل حدوث الزلزال .

- تغير في مستوى سطح المياه الجوفية . ومن الطبيعي أن نتوقع إهتزاز سطح المياه الجوفية . وقد تمت مراقبة سطح المياه الجوفية في مواقع عديدة وسجل تذبذب شديد في المستوى . وقد توقع المراقبون حدوث بعض الهزات باليابان والصين وأمريكا بناء على هذه الملاحظة .

- إنبثاق غاز الرادون . يتولد غاز الرادون الخامل كيميائياً من عنصر اليورانيوم المشع ويتسرب من مناطق الصدوع والآبار . وقد لوحظ في طشقند عام ١٩٦٦ ، تضاعف كمية غاز الرادون المتسرب بهذه المنطقة ، وله خصائص إشعاعية ، قبل حدوث الزلزال . ثم مالبث وعاد إلى معدل التسرب العادى بعد حدوثه (مرحلة ٢ ومرحلة ٣ ومرحلة ٤ بشكل ٣٠) .

- **التغير في تضاريس الأرض :**

لاحظ علماء الجيوديسيا حدوث تغير طفيف في التضاريس اما إرتفاعاً



شكل (٣٠)

مراحل سوابق النشاط الزلزالى

لبعض الظواهر لإمكانية التنبؤ بالزلازل .

أو إنخفاضاً . وقد عكف العلماء لمراقبة نقطة ثابتة فى منطقة **أودا يجهارا** باليابان ، ولاحظوا إزدياد الارتفاع كل يوم ولمدة ٦ أشهر قبل حدوث زلزال . ولكن فى بعض المواقع قد يزداد الارتفاع دون حدوث زلازل .

- **تصرفات الحيوانات :**

تشير الدلائل إلى أن الحيوانات لها حساسية لاستشعار مقدم الزلزال . ويكثر الحديث فى هذا المجال ويمكن تلخيصه فيما يلى .

- هروب الفئران من الجحور .
- خروج الماشية والخيول من زرائبها .
- يداوم الحمام على الطيران ولا يعود إلى أبراجه .
- ترفع الأرانب آذانها وتقفز بدون هدف وترتطم فيما حولها .
- تفر الثعابين من الجحور . وقد حدث أثناء وقبل حدوث زلزال ١٩٧٥ بالصين والذى كان فى شهر ديسمبر ، أن تركت الثعابين الجحور قبل حدوث الزلزال وزحفت على الطرقات حتى تجمدت فى الثلوج . وقد أمكن الإستفادة من هذه الظاهرة بإجلاء السكان من هذا الموقع ، تحسبا لحدوث زلزال وقد حدث الزلزال بعد ذلك .
- تقفز الأسماك فوق مستوى سطح الماء .

□ □ □

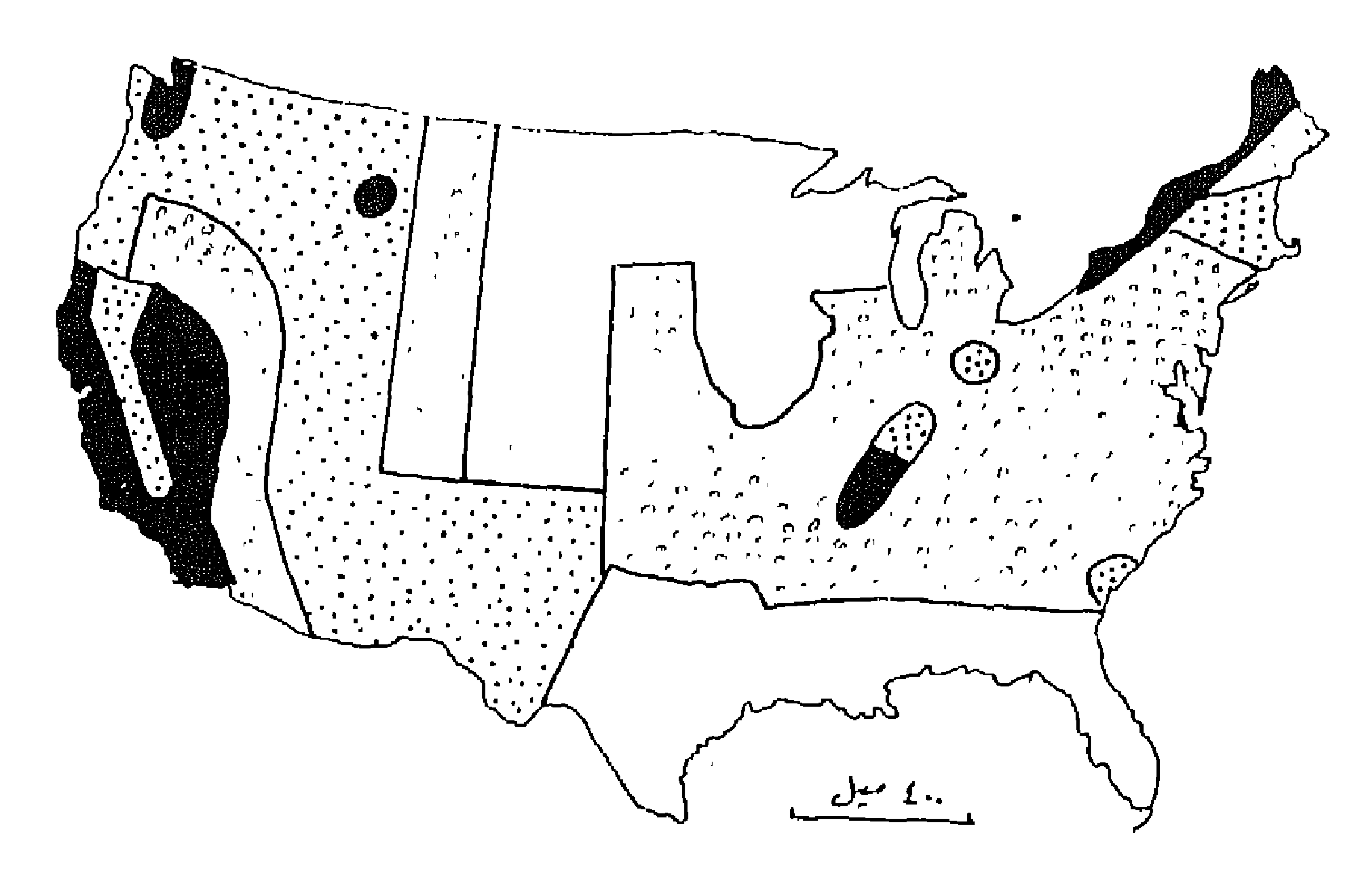
خريطة الأمان الزلازالى

إن تسجيل النشاط الزلزالى بمقاديره المختلفة لأمر على غاية من الأهمية . وفى مصر يوجد سجل متكامل للنشاط الزلزالى التاريخي والمقاس بأحدث الأجهزة السيزمية ولذلك يجب أن يكون الهدف هو إعداد خريطة تبين مكان النشاط الزلزالى المستديم أو المتغير وذلك حتى يؤخذ فى الإعتبار عند إقامة منشآت ذات طبيعة حساسة مثل الجسور والمبانى الشاهقة .

لقد أعدت الولايات المتحدة الأمريكية خريطة الأمان الزلزالى (شكل ٣١) . وقسمت المواقع إلى مناطق عرضة لدمار شديد مثل ولاية كاليفورنيا ، ومناطق عرضه لدمار متوسط مثل ولاية نيومكسيكو ، ومناطق عرضه لدمار بسيط مثل ولاية كارولينا الشمالية ، ومناطق آمنه زلزاليا مثل ولاية لويزيانا .

إن خريطة الأمان الزلزالى يجب أن يتم تعديلها كل فترة ، لأن أماكن قد تبدو هادئة زلزالياً قد تنشط وتصبح بالتالى موقعاً غير آمن . وبالتالى تضاف إلى المواقع التى يكون بها نشاط زلزالى .

□ □ □



شكل (٣١)

خريطة الأمان الزلزالى للولايات المتحدة الأمريكية للأخذ فى الأعتبار عند إقامة المنشآت .

الأسود = مناطق معرضه لدمار كبير ،

النقاط السوداء = مناطق عرضه لدمار متوسط ،

الدوائر البيضاء = مناطق عرضه لدمار بسيط ،

الأبيض = مناطق آمنه .

التحكم فى الزلازل ؟

تمكن الإنسان من التحكم فى بعض الكوارث الطبيعية ، فقد بنى السدود والجسور حول مجارى الأنهار للتحكم فى الفيضانات . وقد جاء الدور الآن فى إمكانية التحكم فى المسببات التى تؤدى إلى حدوث الزلازل . إن فى مقدرة الإنسان إطلاق الطاقة الكامنة قبل أن يستفحل خطرها ، وذلك بغمر الأماكن المعرضة للتحرك مستقبلاً بباطن الأرض بالماء بغرض إطلاق الطاقة الكامنة والتى ستولد هزة بمقدار بسيط بدلاً من إنطلاقها مستقبلاً وبدون إنذار وبمقدار كبير محدثة أضراراً شديدة . وعلى العكس من ذلك ، فإنه بمقدورنا سحب المياه وضخها إلى سطح الأرض من مناطق الصدوع بغرض تأخير حدوث هزة متوقعة شديدة . وعند سحب المياه يحدث إحتكاك بين الصخور ويمنع إنزلاقها على سطح الفالق .

ومن المتوقع مستقبلاً إستخدام شحنات ناسفة ، نووية تفجر عند مواقع الصدوع تحت الأرض والتى تشكل خطراً .

وينتج عن التفجير تكون تشققات دقيقة كثيرة لتمتص الضغوط التى تتراكم على خط الصدع وبالتالى يتأخر حدوث زلزال مدمر .

ولكن يجب أن نعرف بأن تأخير حدوث زلزال فى موقع ما قد يؤ ر فى الخصائص الزلزالية ، لمواقع أخرى . وبالتالى لابد من إجراء دراسة متأنية

قبل إتخاذ قرار يبدو فى ظاهره مفيداً ولكن تكون له آثار جانبية غير متوقعة فى الوقت الحاضر .

وحتى يتمكن العلماء من إحكام قبضتهم على هذا الموضوع وإجراء المزيد من الدراسات والتجارب الناجحة فى هذا المجال وتطويع التكنولوجيا المتقدمة فإن التحكم فى الزلازل عموماً لايزال حلماً بعيدا المنال .

المـراجــع والمصـــادر

Boulos, Fouad K., 1990. Some aspects of the geophysical regime of Egypt in relation to heat flow, ground water and microearthquakes. In the Geology of Egypt. R.Said (ed.), p. 81-89. Balkema, Rotterdam.

Coates, Donald R., 1981. Environmental Geology. John Wiley and Sons, p. 289-329.

Dixon, Dougal , 1986. Secrets of the earth. Hamlyn , London , p. 16-17

Federal, Emergency Management Agency, 1992. Earthquakes: safety tips for earthquakes. U.S. Government Printing office

Heimler, Charles H. , 1986. Principles of Science, Merrill,Ohio, p.186-188.

Holmes, Arther, 1978. Principles of physical Geology. Von Nostrand Reinhold Co., U.K., p.568-587.

Kebeasy, Rashad M. , 1990. Seismicity. In the Geology of Egypt, R.said (ed.), Balkema , Rotterdam , p.51-60.

Mechie, j and El-Isa , Z.H., 1988. Upper Lithospheric deformations in the Jordon-Dead Sea transform regime. Tectonophysics , Vol. 153, p.153 - 159.

Rezanov, I.A., 1984. Catastrophes in the earth's history. Mir Publishers, Moscow , p.87-109.

Sieberg, A., 1932. Erdbeben geographie, Handbuch der Geophysik, Berlin, No.4 , p.687-1006.

Schlumberger, 1984. Well evaluation Conference. Schlumberger Middle East S.A.

Weyman, Darrell, 1981. Tectonic Processes. George Allen & Unwin Ltd, p.102

Wyllie, Peter J., 1976. The way the earth works. John wiley & Sons.

Young, Keith, 1975. Geology: The Paradox of earth and man. Houghton Mifflin Co. Boston, p.217-243.

الغنيم ، عبد الله يوسف ، ١٩٨٧ محاضرة عن الزلازل فى التراث العربى - ألقيت بكلية التربية الأساسية بالكويت .

الغنيم ، عبد الله يوسف ١٩٩٢ السجل التاريخى للزلازل فى مصر - مقال بجريدة الأهرام بتاريخ ٩ / ١١ / ١٩٩٢ .

شارب ، روبرت ، ١٩٩٢ محاضرة عن التأثيرات السطحية الجيولوجية لزلزال ١٩٩٢ بالندوة الدولية الأولى لمواجهة آثار الزلزال - معهد بحوث البناء القاهرة .

إبراهيم ، أبو بكر ، ١٩٩٢ محاضر عن النشاط السيزمى بمصر بالندوة الدولية الأولى لمواجهة آثار الزلزال - معهد بحوث البناء - القاهرة .

ستاين ، ر . س وييتس ، ر . س . ١٩٩٠ . الهزات الأرضية الخفية . مجلة العلوم ، مجلد ٧ ، عدد ١ ، صفحة ٦ - ١٦ مؤسسة الكويت للتقدم العلمى .

مجموعة من المقالات المنشورة بالجرائد والمجلات المصرية والأجنبية .

رقم الإيداع بدار الكتب

٩٢ / ٩٨٩١

مطابع الأهرام التجارية - قليوب - مصر

« الوعى بالزلازل » بند جديد فرض نفسه على اهتمامات الناس جميعا بعد زلزال ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ ، بسبب جسامة خسائره وفداحة أضراره . وسيظل هذا الموضوع محل انشغال على الأقل بسبب توابع الزلزال التى قدر الخبراء اليابانيون أنها قد تستمر حتى ثلاث سنوات ، بل ان بعض المتخصصين يؤكدون أن توابع زلزال كلابشه الذى وقع فى ١٩٨١ مازالت مستمرة حتى الآن ، وإن كانت ضعيفة .

وفى هذا الكتاب يعرّف الأستاذ الدكتور محمد الشرقاوى رئيس قسم الجيولوجيا بعلوم القاهرة والحاصل على الدكتوراه فيها من نيوكاسل بانجلترا فى ١٩٦٤ ، الزلزال وأسبابه وكيفية تحديد حجمه وشدته ومركزه ، ويبحث رصد الزلازل والتركيب الداخلى للأرض ، والتفجيرات النووية والزلازل .

وفيما يتعلق بمصر يتناول المؤلف موقع مصر من أحزمه الزلازل ، والنشاط الزلزالى بها ، وأثر السد العالى ومنخفض القطارة فى ذلك . كما يناقش قضية إمكان التنبؤ بالزلزال ووضع خريطة للأمان الزلزالى ، وينتهى بطرح الإجراءات العملية : كيفية الاستعداد لمواجهة الزلزال ، والتصرف الأمثل عند وقوعه ، وما ينبغى عمله بعد حدوثه .

الناشـــر



مركز الأهرام للترجمة والنشر
مؤسسة الأهرام

التوزيع فى الداخل والخارج : وكالة الأهرام للتوزيع
ش الجلاء - القاهرة

مطابع الأهرام التجارية - قليوب - مصر